



**Universidade de** Departamento de Biologia  
**Aveiro**

**2010**

**ANDREIA GONÇALVES  
DE SOUSA**

**Padrões de arrojamentos de cetáceos na costa  
continental portuguesa**



**ANDREIA GONÇALVES  
DE SOUSA**

**Padrões de arrojamentos de cetáceos na costa  
continental portuguesa**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Biologia Marinha, realizada sob a orientação científica do Doutor Daniel Cleary, Investigador Auxiliar do Departamento de Biologia da Universidade de Aveiro e co-orientação da Doutora Cristina Brito, Investigadora Integrada do Centro de História e Além-Mar da Faculdade de Ciências Sociais e Humanas da Universidade Nova de Lisboa.

## **o júri**

### **presidente**

**Prof. Doutor Victor Manuel dos Santos Quintino**

Professor Auxiliar do Departamento de Biologia da Universidade de Aveiro

**Prof. Doutor Manuel Eduardo de Noronha Gamito Afonso dos Santos**

Professor associado do Instituto Superior de Psicologia Aplicada

**Doutor Daniel Francis Richard Cleary (orientador)**

Investigador Auxiliar do Centro de Estudos do Ambiente e do Mar (CESAM) da Universidade de Aveiro

**Doutora Cristina Maria Ribeiro da Silva Brito (co-orientador)**

Investigadora Integrada do Centro de História e Além-Mar da Faculdade de Ciências Sociais e Humanas da Universidade Nova de Lisboa

## **agradecimentos**

à Doutora Cristina Brito pelo apoio e confiança que depositou em mim e neste trabalho.

à Doutora Marina Sequeira do ICNB por toda a ajuda e ensinamentos sobre os arrojamentos.

ao Doutor Dmitri Boutov pela sua contribuição relativamente aos dados ambientais.

ao Doutor Graham Pierce, pela disponibilidade e comentários valiosos no decorrer deste estudo.

à Tânia pela ajuda em SIG.

à professora Teresa Cruz pelos conselhos e apoio constantes.

à Maria Pimental por me ter dado a conhecer o mundo dos cetáceos.

à Escola de Mar e à sua equipa: Cristina Brito, Nina Vieira, Inês Carvalho, Nazaré Rocha e Cristina Picanço, pelo seu trabalho empenhado nesta área científica e por toda a ajuda e confiança no meu percurso pessoal e académico.

aos meus pais pelo constante apoio e incentivo.

ao avô Gi, à avó Anatilde, à Taia e à Inês que acreditam em mim e festejam os meus sucessos.

à Susana Sardo e às meninas por me terem recebido em sua casa com muito carinho durante a minha estadia em Aveiro.

aos amigos Ci e Daniel pelos melhores e mais animados momentos em Aveiro.

à Zé Chambel pela ajuda e preocupação.

aos meus amigos de Évora que ainda que espalhados por esse Portugal fora, sempre apoiam e incentivam.

à Boloni, pela partilha de todas as peripécias desta tese...e da minha vida.

ao João por todo o amor.

**palavras-chave**

Arrojamentos, Cetáceos, Portugal continental, Temperatura da superfície da água

Os arrojamentos em Portugal continental encontram-se documentados desde o século XII. A partir de 1977, com a implementação de uma rede nacional de arrojamentos, os registos passaram a ser recolhidos de forma sistemática.

Os registos arrojamentos em Portugal e no mundo fornecem importantes dados de longo termo para o conhecimento de processos ecológicos que ocorrem a grande escala e que eventualmente possam estar a afectar as populações de cetáceos.

Este estudo tem como objectivo a caracterização temporal, sazonal e espacial dos arrojamentos entre 1979 e 2009. Com base nestes dados efectuou-se uma abordagem da distribuição temporal e sazonal dos arrojamentos e da temperatura da superfície da água.

Na análise efectuada ao período temporal em estudo, foram registados 3522 arrojamentos de cetáceos constituídos por 21 espécies diferentes. A espécie mais frequente foi o golfinho-comum (*Delphinus delphis*) com 46,51% do total de registos, seguindo-se do boto (*Phocoena phocoena*) com 7,13%, o golfinho-riscado (*Stenella coeruleoalba*) com 4,66%, o golfinho-roaz (*Tursiops truncatus*) com 4,37% e a baleia anã (*Balaenoptera acutorostrata*) com 2,41% na costa continental portuguesa. Do total de registos, 3,5% dos arrojamentos foram capturas comprovadas, 19,3% apresentaram indícios de capturas acidentais e 77,2% sem indícios. O número de arrojamentos aumentou anualmente, provavelmente reflectindo um aumento no esforço da recolha de registos. Foram efectuadas considerações sobre um possível esforço de amostragem, referindo o número de instituições envolvidas na recolha de registos ao longo do tempo. O maior número de arrojamentos foi registado nas áreas Norte, Centro-Norte e Centro.

Considerando a variação sazonal da temperatura e os arrojamentos verificou-se nas áreas Norte e Centro entre 1995 e 2009 que estes ocorrem com maior frequência quando as temperaturas da superfície da água são mais baixas.

A distribuição temporal da temperatura entre 1982 e 2009 e dos arrojamentos entre 1979 e 2009 por área mostra em ambos os casos uma tendência geral de aumento ao longo da série temporal. Neste estudo, coloca-se a hipótese de que os arrojamentos possam responder desfasadamente às variações máxima e mínima da temperatura da superfície da água.

**keywords**

Strandings, Cetaceans, Portugal mainland, Sea surface temperature

Strandings in Portugal mainland are documented since the twelfth century. From 1977 onwards, with the implementation of a national strandings network, the records began to be collected systematically.

Strandings records in Portugal and in the world can provide important long-term data to the knowledge of large-scale ecological processes that may be affecting the cetacean populations.

The aim of this study is to characterize temporal, seasonal and spatial distribution of strandings between 1979 and 2009. Based on these data an approach has been made regarding the temporal and seasonal strandings distribution and the sea surface temperature (SST).

In the analysis of the time period studied 3522 cetacean strandings were recorded, consisting of 21 different species. The most frequent species was the common dolphin (*Delphinus delphis*) with 46.51% of the total records, followed by the harbour porpoise (*Phocoena phocoena*) with 7.13%, the striped dolphin (*Stenella coeruleoalba*) with 4.66%, the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) with 4.37% and the minke whale (*Balaenoptera acutorostrata*) with 2.41% of the records registered on the Portuguese coast.

In the strandings data, 3.5% of strandings were documented catches, 19.3% showed evidence of by-catch and 77.2% showed no evidence of by-catch or any other cause of death. The annual increase of strandings, probably reflects an increase in sampling effort.

Considerations were made about a possible sampling effort, including the number of institutions involved in the collection of records over time. The largest number of strandings were recorded in the North, Central and North Central areas of the country.

Considering the seasonal temperature and strandings, in northern and central areas between 1995 and 2009, it was found that strandings occur more frequently when the sea surface temperatures are lower.

The temporal distribution of temperature between 1982 and 2009 and the strandings distribution between 1979 and 2009 by area shows in both cases an increasing general trend in the time series. This study, raises the hypothesis that the strandings can have a time-lagged response to maximum and minimum sea surface temperature.



# Índice

<b>Lista de Figuras</b>	<b>10</b>
<b>Lista de Tabelas</b>	<b>11</b>
<b>1. Introdução</b>	<b>12</b>
1.1. Definição de arrojamentos	12
1.2. Causas de Mortalidade	12
1.2.1. Mortalidade natural	12
1.2.2. Mortalidade antropogénica	14
1.3. Potenciais factores que influenciam os arrojamentos	16
1.4. Arrojamentos na costa continental portuguesa	18
1.5. A importância dos estudos de arrojamentos	20
<b>2. Objectivos</b>	<b>21</b>
<b>3. Métodos</b>	<b>21</b>
3.1. Base de dados de arrojamentos	21
3.2. Caracterização da área de estudo	24
3.3. Análise de dados	28
3.3.1. Análise dos arrojamentos	28
3.3.2. Análise de séries temporais	28
<b>4. Resultados</b>	<b>29</b>
4.1. Análise dos arrojamentos	29
4.1.1. Caracterização dos arrojamentos	29
4.1.2. Caracterização das capturas acidentais	33
4.1.3. Caracterização espacial dos arrojamentos	35
4.2. Análise de séries temporais	37
4.2.1. Distribuição temporal dos arrojamentos por área	37
4.2.2. Distribuição temporal da temperatura por área	39
4.2.3. Distribuição sazonal comparativa entre a temperatura e os arrojamentos	41
4.2.4. Distribuição temporal comparativa entre arrojamentos e temperatura	44
<b>5. Discussão</b>	<b>46</b>
5.1. Análise de arrojamentos	46
5.1.1. Caracterização dos arrojamentos	46
5.1.2. Caracterização das capturas acidentais	47
5.1.3. Caracterização espacial e temporal dos arrojamentos	48
5.2. Análise de séries temporais	50
5.2.1. Distribuição temporal dos arrojamentos por área	50
5.2.2. Distribuição temporal, sazonal e por área da temperatura e dos arrojamentos	50
<b>6. Considerações finais</b>	<b>53</b>
<b>7. Referências Bibliográficas</b>	<b>55</b>
<b>8. Anexo</b>	<b>64</b>

## Lista de Figuras

Figura 1- Coordenadas geográficas em 6 áreas da costa continental portuguesa, nas quais foram efectuadas medições da temperatura (adaptado de NOAA - NOAA Optimum Interpolation (OI) Sea Surface Temperature (SST)V2). .....	26
Figura 2- Divisão da costa continental portuguesa em 6 áreas: North (Norte), North-Center (Centro-Norte), Center (Centro), South-Center (Centro-Sul), South (Sul) e Algarve (Algarve). .....	27
Figura 3- Percentagem de arrojamentos pertencentes à subordem Mysticeti e Odontoceti identificados e não identificados, e restantes não identificados. ....	31
Figura 4- Espécies mais comuns no registo de arrojamentos. ....	31
Figura 5- Distribuição temporal dos agentes colectores de registos de arrojamentos, entre 1979 e 2009 na costa continental portuguesa. ....	32
Figura 6- Distribuição espacial dos arrojamentos por área na costa continental portuguesa entre 1979 e 2009. ....	35
Figura 7- Distribuição espacial dos arrojamentos na costa continental portuguesa entre 1979 e 2009, por áreas. As circunferências indicam o número de arrojamentos por área, e as cores o período temporal. ....	36
Figura 8- Distribuição temporal dos arrojamentos entre 1979 e 2009, na áreas Norte (a), Centro-Norte (b), Centro (c) e Centro-Sul (d), caracterizada por número de arrojamentos ( <i>data</i> ), a componente sazonal ( <i>seasonal</i> ), a tendência dos arrojamentos ( <i>trend</i> ) e o “resíduo” ( <i>remainder</i> ). ....	38
Figura 9- Distribuição temporal dos arrojamentos entre 1979 e 2009, nas áreas Sul e Algarve, caracterizadas por número de arrojamentos ( <i>data</i> ), a componente sazonal ( <i>seasonal</i> ), a tendência dos arrojamentos ( <i>trend</i> ) e o “resíduo” ( <i>remainder</i> ). ....	39
Figura 10- Distribuição temporal da temperatura entre 1979 e 2009, na áreas Norte (a), Centro-Norte (b), Centro (c) e Centro-Sul (d), caracterizada por valores de temperatura em C ( <i>data</i> ), a componente sazonal ( <i>seasonal</i> ), a tendência da temperatura ( <i>trend</i> ) e o “resíduo” ( <i>remainder</i> ). ....	40
Figura 11- Distribuição temporal da temperatura entre 1979 e 2009, na áreas Sul (e) e Algarve (f), caracterizada por valores de temperatura em C ( <i>data</i> ), a componente sazonal ( <i>seasonal</i> ), a tendência da temperatura ( <i>trend</i> ) e o “resíduo” ( <i>remainder</i> ). ....	41
Figura 12- Distribuição sazonal da temperatura (a vermelho) e dos arrojamentos (a azul) entre 1995 e 2009 na área Norte (a) e na área Sul (b). ....	43
Figura 13- Distribuição temporal da temperatura (a vermelho) entre 1982 e 2009 e dos arrojamentos (a azul) entre 1979 e 2009, nas seguintes áreas: Algarve ( <i>Algarve</i> ) (a), Sul ( <i>South</i> ) (b), Centro-Sul ( <i>South-Central</i> ) (c), Centro ( <i>Central</i> ) (d), Centro-Norte ( <i>North-Central</i> ) (e), Norte ( <i>North</i> ) (f). ....	45

## Lista de Tabelas

Tabela 1 – Códigos de classificação (SP) atribuído a cada espécimen de acordo com a sua categoria taxonómica.....	23
Tabela 2- Distribuição temporal por categoria taxonómica dos arrojamentos na costa continental portuguesa entre 1979 e 2009.....	30
Tabela 3 – Número de arrojamentos em cada período temporal.....	32
Tabela 4- Distribuição das capturas comprovadas, indícios de captura e sem indícios por períodos temporais e totais globais e por período temporal.....	33
Tabela 5- Distribuição das capturas comprovadas, indícios de captura e sem indícios por categoria taxonómica.....	34

## **1. Introdução**

Os arrojamentos de mamíferos marinhos sempre foram alvo de fascínio ao longo da história. Com o avanço da Ciência estes acontecimentos passaram de uma mera curiosidade a estudos cada vez mais pormenorizados. Actualmente é importante continuar essa evolução científica, que passa por áreas tão diversas como a oceanografia, a toxicologia e a genética, e retirar o máximo de informação possível sobre estes acontecimentos de forma a conhecer e eventualmente prever alterações futuras nas populações. Apesar das limitações no estudo de arrojamentos, a compilação de registos de animais que deram à costa em Portugal e no Mundo providenciam um espólio rico, passível de ser explorado paralelamente com o desenvolvimento de outras Ciências.

### **1.1. Definição de arrojamentos**

Um arrojamento define-se pelo aparecimento de um mamífero marinho morto ou enfraquecido que é trazido para costa passivamente através da acção do vento e das ondas (Perrin & Geraci, 2009). Os arrojamentos podem ser caracterizados em: *i)* arrojamentos individuais, *ii)* arrojamentos em massa, *iii)* eventos anormais de mortalidade. Os arrojamentos individuais caracterizam-se por envolverem apenas um indivíduo. Os arrojamentos em massa envolvem dois ou mais indivíduos, no mesmo local e ao mesmo tempo, com excepção de uma progenitora e respectiva cria. Os eventos anormais de mortalidade referem-se a animais que morrem sob circunstâncias fora do comum ou a uma mortalidade a grande escala na qual centenas ou milhares de indivíduos são trazidos para costa (Geraci & Lounsbury, 2005). Geralmente este termo é aplicado a fenómenos que resultam da dispersão de vírus ou ingestão de algas tóxicas, ou ainda de outros factores antropogénicos nomeadamente acústicos, podendo durar várias semanas ou meses ao longo de uma extensa área geográfica (Geraci & Lounsbury, 2005).

Os motivos que conduzem aos arrojamentos de cetáceos, podem dever-se a uma multiplicidade de factores relacionados com causas naturais ou antropogénicas, que podem interagir entre si provocando a morte dos animais.

### **1.2. Causas de Mortalidade**

#### **1.2.1. Mortalidade natural**

A mortalidade natural nas populações de mamíferos marinhos pode ter origem em bactérias, vírus, fungos ou parasitas. O efeito destes microorganismos nas populações é geralmente difícil de avaliar devido à dificuldade de reunir informações básicas como o

tamanho, as taxas de natalidade e mortalidade e a estrutura etária das populações (Geraci & Lounsbury, 2005). A natureza e gravidade das infecções, é influenciada pelo comportamento, pelas condições do habitat e pela idade do animal (Geraci & Lounsbury, 2005).

Sabe-se que os cetáceos, seguindo o padrão geral das espécies de mamíferos, apresentam uma mortalidade mais elevada no período que se segue ao nascimento, i.e., nos indivíduos jovens. Nesta faixa etária, os animais beneficiam de anticorpos maternos que contribuem para o desenvolvimento e fortalecimento do seu sistema imunitário. Contudo durante este processo a vulnerabilidade e inexperiência das crias pode originar uma maior mortalidade neste período de vida. Nos indivíduos adultos e sexualmente maduros, a mortalidade diminui, voltando a aumentar nos indivíduos idosos. Nesta faixa etária a elevada mortalidade deve-se geralmente ao efeito cumulativo de possíveis alterações fisiológicas, e ambientais, adquiridas ao longo da vida, e ao declínio gradual da eficiência do sistema imunitário (Geraci *et al.*, 1999; Geraci & Lounsbury, 2005).

As infecções provocadas por vírus nas populações de mamíferos marinhos foram pela primeira vez identificadas nos anos 60 como a principal causa da mortalidade em massa (Geraci & Lounsbury, 2009). O número de vírus conhecidos continua a crescer o que por um lado pode dever-se ao incremento da investigação científica e por outro ao aparecimento de novos vírus (Aguilar & Raga, 1993; Geraci *et al.*, 1999). É necessário considerar que estas infecções oportunistas, podem desenvolver-se em animais que se encontravam previamente enfraquecidos, famintos ou em stress, obscurecendo desta forma a causa de morte subjacente (Geraci *et al.*, 1999).

Quase todos os mamíferos marinhos apresentam parasitas e de forma geral os animais conseguem suportar diferentes tipos de parasitas, manifestando uma razoável tolerância quando se encontram saudáveis.

Em muitos casos as biotoxinas desempenham um papel na mortalidade de mamíferos marinhos quando estes consomem presas contaminadas por estas toxinas (Geraci & Lounsbury, 2009).

No grupo dos cetáceos, os sinais de biosonar, permitem a percepção do habitat, nomeadamente a identificação de características topográficas assim como a localização e captura de presas. Uma possível explicação para os arrojamentos de animais vivos são erros de navegação originados pelo campo magnético terrestre. Segundo Klinowska (1985), estes erros de navegação provocados pelo geomagnetismo produzem alterações no sistema sensorial magnético dos cetáceos, que é responsável pela movimentação e

orientação destes animais. A mesma hipótese foi sugerida por Vaslaow & Ricklefs (2005) e Vaslaow & Colijn (2009) na qual a variação dos fluxos de energia do sol para a Terra provocariam uma variação no campo electromagnético da Terra. Este campo magnético é destorcido ao interceptar a costa o que pode provocar a desorientação temporária e o consequente arrojamento dos animais.

Alguns investigadores acreditam ainda que os arrojamentos podem resultar de uma redução na eficácia da ecolocalização em zonas pouco profundas. A redução da eficácia da ecolocalização ocorre quando um sinal acústico é transmitido, sendo atenuado a um nível que o seu eco deixa de ser detectado. Esta atenuação pode ser causada pelo declive gradual de uma praia, visto que é comum o arrojamento de cetáceos vivos em praias arenosas de águas pouco profundas (Brabyn & Maclean, 1992; Chambers & James, 2005).

Muitos dos arrojamentos em massa estão relacionados com espécies pelágicas que se concentram em grandes grupos e que apresentam uma forte estrutura social entre os indivíduos. Na maioria das vezes é difícil de identificar a causa inicial que leva um indivíduo a dar a costa, sejam doenças, tempestades ou simplesmente pânico. Nestas situações, quando um ou mais animais dão à costa, o resto do grupo tende a segui-los (Geraci & Lounsbury, 2005; Perrin & Geraci, 2009). No entanto a coesão social por si só não é suficiente para explicar estes eventos tendo em conta que nos arrojamentos em massa que ocorrem durante dias e ao longo de vários quilómetros muitas vezes apenas uma parte do grupo pode dar à costa enquanto os restantes elementos abandonam o local (Geraci & Lounsbury, 1999). No entanto, e apesar de outros factores contribuírem para os arrojamentos, a coesão social é um elemento comum que está presente em situações onde as hipóteses e teorias dos arrojamentos em massa são instáveis ou nebulosas (Geraci & Lounsbury, 2005).

Existem outros factores que podem causar a mortalidade natural de cetáceos como a predação por tubarões (Cockcroft *et al.*, 1989; Heithaus, 2001) e as interacções com outras espécies de cetáceos (Macleod *et al.*, 2007), que podendo não causar a morte do animal, provocam ferimentos que põem em causa a sua sobrevivência.

### **1.2.2. Mortalidade antropogénica**

Ao longo dos anos, o conhecimento sobre a fisiologia animal e os factores que afectam o estado de saúde dos mamíferos marinhos tem aumentado. Ao mesmo tempo que as

mudanças ambientais, resultantes da actividade humana como a poluição e a sobrepesca, exercem a sua influência em indivíduos e populações (Geraci & Lounsbury, 2005).

As espécies de cetáceos sofrem muitas vezes captura accidental em artes de pesca que pode levar ao ferimento e/ou morte dos indivíduos de uma população (Leeney *et al.*, 2008; Geraci & Lounsbury, 2005; EIS/OEIS, 2008). A designação de captura accidental refere-se a animais que ficam presos ou que morrem como resultado das interacções com as artes de pesca. Em muitos casos esta mortalidade não é intencional e os animais são capturados acidentalmente pelos pescadores (Northridge, 2009). Estas interacções ocorrem como resultado de uma possível competição entre os pescadores e os cetáceos pelas espécies de peixe (Weise *et al.*, 2007). Desde há muitos séculos que ocorrem interacções entre mamíferos marinhos e as actividades pesqueiras (Read *et al.*, 2006; Northridge, 2009), contudo durante a segunda metade do século XX a frequência e intensidade do esforço de pesca aumentou e é provável que esta tendência se acentue no futuro gerando não só uma depleção nos stocks de peixe como um aumento das interacções entre as artes de pesca e os mamíferos marinhos (Geraci & Lounsbury, 2005; Leeney *et al.*, 2008; EIS/OEIS, 2008).

Read *et al.*, (2006) estima que globalmente mais de 300.000 mamíferos marinhos sejam capturados acidentalmente em artes de pesca. No mundo, as artes de pesca como a rede de arrasto pelágico, a rede de cerco e principalmente a rede de emalhar afectam em particular as espécies mais costeiras e constituem uma das principais causas de morte de origem antropogénica. Para Portugal continental, o cenário é semelhante sendo as redes de emalhar a arte de pesca mais comum nas interacções que provocam a captura accidental de cetáceos (Sequeira & Ferreira, 1994).

Este impacto negativo que as capturas accidentais de cetáceos apresentam é difícil de avaliar (Northridge, 1991; Read *et al.*, 2006). Os estudos de capturas accidentais que incluem programas com observadores a bordo de embarcações apesar de serem bem caracterizados espacialmente, de apresentarem uma medida de esforço (*effort-corrected*) e estimativas específicas de capturas e mortalidade, representam um esforço logístico e financeiro elevado (Leeney *et al.*, 2008). Os dados de arrojamentos fornecem por isso uma percepção na incidência de capturas accidentais a longo termo podendo contribuir para a identificação de padrões numa dada região (Leeney *et al.*, 2008; Dove, 2010).

Os derrames de petróleo, assim como outras formas de poluição, contribuem para a degradação geral do habitat e podem influenciar a distribuição e abundância de presas e pode aumentar o stress e susceptibilidade dos indivíduos a infecções. Algumas populações de cetáceos têm vindo a acumular elevados níveis de contaminantes que estão relacionados

com o desenvolvimento de tumores, doenças, lesões na pele e problemas reprodutivos (Van Bressem *et al.*, 2003; Geraci & Lounsbury, 2005).

As alterações climáticas podem provocar alterações no meio marinho como consequência do aumento da temperatura. Este factor pode levar a variações na distribuição das espécies fazendo com que estas se movimentem para outras áreas em resposta às alterações oceânicas locais, podendo modificar a composição e estrutura das comunidades de cetáceos (Macleold *et al.*, 2005). Neste sentido, espécies que habitam áreas com uma determinada variação de temperatura é esperado que se desloquem para áreas geográficas preferenciais. No entanto, e apesar da generalidade dos cetáceos apresentarem uma elevada mobilidade e capacidade termoregulatória, para algumas espécies com distribuições mais restritas o efeito das variações de temperatura pode ser mais drástico (Learmonth *et al.*, 2006; Simmonds & Elliott, 2009)

Outro dos efeitos indirectos é a alteração das rotas migratórias de cetáceos nomeadamente devido ao aumento da temperatura que pode resultar na alteração da distribuição das suas presas preferenciais, como foi proposto por Pierce *et al.*, (2007) em arrojamentos de cachalotes (*Physeter macrocephalus*) no Mar do Norte.

Outra das causas antropogénicas que ameaçam os cetáceos são as colisões com embarcações. Estas colisões podem ocorrer quando o animal ascende à superfície e colide com o casco da embarcação ou é directamente atingido por uma embarcação (EIS/OEIS, 2008). Existem ainda casos em que os animais apresentam cortes originados pelo contacto com as hélices dos navios (Laist *et al.*, 2001; Silber *et al.*, 2010).

Esta problemática poderá adquirir maior relevo tendo em conta que o aumento do tráfego marítimo no que respeita ao número, tamanho e velocidade das embarcações tem vindo a aumentar ao longo dos anos (Laist *et al.*, 2001). É esperado que esta tendência se acentue, especialmente em zonas costeiras e que se observe um aumento destes acidentes (EIS/OEIS, 2008).

### **1.3. Potenciais factores que influenciam a localização dos arrojamentos**

A distribuição dos arrojamentos está dependente de uma variedade de factores físicos e biológicos que afectam o transporte e deposição das carcaças na costa. Para além das causas de mortalidade conhecidas, os factores físicos oceanográficos como as correntes costeiras, a velocidade do vento, o estado do mar e a temperatura da água podem influenciar o transporte e a consequente distribuição temporal e geográfica dos arrojamentos



(Silva & Sequeira, 2003; Hart *et al.*, 2006). Outros factores como o grau de flutuação das carcaças (i.e., algumas afundam e outras ficam à superfície), a biodegradação e o consumo das carcaças por outros organismos influenciam a possível deposição das carcaças na costa (Moorside, 2000; Norman *et al.*, 2004). Consequentemente as carcaças que dão à costa representam uma estimativa mínima de mortalidade e por isso não são um reflexo da mortalidade de uma população (Silva & Sequeira, 2003; Geraci & Lounsbury, 2005). As características da costa como a orientação, o declive e a natureza do substrato, também podem influenciar a forma como uma carcaça chega e é mantida na costa (Silva & Sequeira, 2003).

De igual forma, a ecologia das espécies e a forma como ocupam e utilizam o habitat podem influenciar o arrojamento das suas carcaças. Algumas espécies são costeiras durante todo o ano ou residem numa determinada área como o golfinho-roaz (*Tursiops truncatus*) (Shirihai & Jarret, 2006; Vieira, 2010) enquanto algumas espécies se deslocam periodicamente para zonas mais costeiras durante a migração ou nascimento das crias, apresentando um padrão previsível e relativamente consistente (Norman *et al.*, 2004; Geraci & Lounsbury, 2005). Ao frequentarem habitats costeiros estas espécies apresentam uma maior probabilidade de as suas carcaças serem trazidas para costa. Para as espécies pelágicas, os seus padrões de arrojamentos não são tão evidentes e por isso apresentam uma menor probabilidade de serem trazidos para costa (Silva & Sequeira, 2003; Geraci & Lounsbury, 2005).

As espécies de cetáceos apresentam uma elevada mobilidade habitando áreas extensas, geralmente de acordo como a distribuição e disponibilidade de presas. Tendo em conta todos os factores referidos que podem influenciar um arrojamento, torna-se difícil estabelecer uma relação directa entre a abundância e a distribuição das espécies de cetáceos no mar e o número de animais que dão à costa. Desta forma, os arrojamentos podem reflectir apenas a ocorrência geral das espécies numa determinada região e não um habitat preferencial para as espécies (Silva & Sequeira, 2003; Norman *et al.*, 2004).

A informação que provem de animais arrojados, é estritamente observacional e não experimental. O que significa que todas as inferências realizadas a partir de dados recolhidos sistematicamente num meio ambiente que não é controlado, é limitado, e uma simples associação não reflecte relação causa-efeito (Moorside, 2000; Norman *et al.*, 2004). É por isso difícil inferir aspectos sobre os processos biológicos que podem estar a afectar uma população, partindo de uma unidade de amostragem com as características acima referidas.

Nem todos os animais que dão à costa são detectados. A possível detecção das carcaças varia espacialmente e temporalmente de acordo com vários factores entre eles a visibilidade e acessibilidade do local. Outros factores como a sensibilização do público em geral, a existência de redes nacionais de arrojamentos que operam nas zonas costeiras e a experiência dos observadores, influenciam a detecção e recolha de dados de arrojamentos (Moorside, 2000; Norman *et al.*, 2004; Hart *et al.*, 2006). A consistência e precisão do esforço de observação na detecção dos arrojamentos reflecte-se no número e qualidade dos registos.

Apesar destas limitações a análise de dados de arrojamentos tem sido bastante utilizada em todo o mundo visto que muitas vezes constitui a única fonte de informação para uma determinada população, espécie ou região. Em Portugal continental, à excepção de algumas plataformas de oportunidade e mais recentemente de alguns estudos sistemáticos (Brito *et al.*, 2009) pouco é conhecido sobre a distribuição espacial e temporal das espécies de cetáceos que habitam o noroeste Atlântico. De acordo com Silva & Sequeira (2003), a falta de estudos sistemáticos em águas portuguesas, suporta a importância dos dados de arrojamentos como uma abordagem essencial na análise e identificação de padrões de distribuição de cetáceos.

Dados ecológicos de longo termo como os dados de arrojamentos e a sua integração com dados climáticos e oceanográficos são extremamente importantes na identificação de padrões a nível do ecossistema, podendo contribuir para uma melhor compreensão destes fenómenos (Evans *et al.*, 2005).

#### **1.4. Arrojamentos na costa continental portuguesa**

As primeiras referências a mamíferos marinhos em Portugal Continental datam do século XII (Brito, 2009). Mais recentemente, a partir do século XVI, os animais arrojados eram encontrados pelas comunidades pesqueiras e posteriormente referenciados em jornais de ciência por naturalistas da época. Estes registos sofreram um aumento em número e detalhe nas descrições ao longo dos séculos, e contribuíram de forma significativa para o conhecimento da biologia e ocorrência das espécies de cetáceos em Portugal. Os registos históricos de arrojamentos eram recolhidos de forma aleatória e apesar de se pensar que estes fenómenos eram relativamente habituais, apenas alguns registos, geralmente de animais menos comuns, eram publicados. A recolha sistemática de arrojamentos de mamíferos marinhos teve início em 1977 com a criação de uma Rede Nacional de Arrojamentos para Portugal Continental. Inicialmente, a criação da Rede contou com o apoio

e contribuição de várias instituições na recolha dos registos nomeadamente a Guarda Fiscal, o Aquário Vasco da Gama (AVG), o Museu do Mar e algumas capitánias e delegações da armada (Sequeira *et al.*, 1996). Ao longo dos anos, a Rede Nacional de Arrojamentos contou com o aumento do número de entidades colaboradoras o que contribuiu para o aumento da recolha de registos de arrojamentos. Este crescimento no número de registos, foi acompanhado de um acréscimo na qualidade dos registos, devido à formação e material fornecido aos membros colaboradores da rede. Os registos de arrojamentos encontram-se actualmente compilados numa base de dados mantida pelo Instituto da Conservação da Natureza e Biodiversidade (ICNB).

Na década de 80, com o contributo do AVG, iniciaram-se os primeiros estudos sobre mamíferos marinhos na costa continental portuguesa (Teixeira, 1980; Teixeira & Duguy, 1981; Inácio, 1983; Inácio, 1987). A continuidade e aprofundamento destes estudos surgiu com Teixeira (1980) e Sequeira (1988) que reunindo dados de arrojamentos, saídas de mar, revisão bibliográfica, entre outros, contribuíram com estudos sobre a distribuição e ocorrência de mamíferos marinhos na costa portuguesa.

Com o crescimento da rede nacional de arrojamentos e a elevada frequência no número de registos, os dados de arrojamentos deixaram apenas de complementar a informação sobre nos estudos mamíferos marinhos mas surgiram os estudos específicos de arrojamentos. Sequeira *et al.*, (1992) e Sequeira *et al.*, (1996) caracterizaram os arrojamentos quanto à distribuição geográfica, sazonal e anual na costa continental portuguesa, identificando as interacções com a pesca como potencial ameaça a algumas populações. Mais recentemente, Marques (2005) aprofundou os estudos acima referidos, caracterizando também as distribuições para as espécies mais comuns encontradas nos registos de arrojamentos.

Em 1981 com a aprovação do decreto-lei que assegura a protecção de todas as espécies de mamíferos marinhos na zona costeira e zona económica exclusiva e proíbe a captura e comercialização de qualquer animal vivo ou morto (Decreto-lei nº 263/81 de 3 de Setembro), assistiu-se a um impacto bastante positivo na redução da mortalidade de espécies como o golfinho-comum e o golfinho-riscado (Sequeira, 1988). Nesta época, iniciaram-se os primeiros estudos sistemáticos para Portugal continental, incluindo as primeiras observações de oportunidade (Teixeira & Duguy, 1981) relatos de pescadores (Teixeira, 1980) e os primeiros estudos sobre arrojamentos (Sequeira *et al.*, 1992; Sequeira *et al.*, 1996). Outros estudos sobre a ecologia alimentar (Silva, 1999) e a determinação da

idade do golfinho-comum (Silva, 1997), partiram de animais que arrojaram na costa continental portuguesa.

### **1.5. A importância dos estudos de arrojamentos**

A forma como a informação científica se relaciona com medidas de gestão e conservação, está dependente da fiabilidade e sistematização do método de documentar a mortalidade das espécies. Segundo Macleod *et al.*, (2005), a identificação de mudanças na comunidade de cetáceos a noroeste da Escócia, só foi possível devido à existência de um registo sistemático de arrojamentos a longo prazo e a dados históricos sobre a ocorrência relativa de espécies de cetáceos na área. Os dados de arrojamentos, apesar das suas limitações, permitem obter informações sobre a distribuição, mortalidade e movimentos sazonais das espécies (Norman *et al.*, 2004). A monitorização de padrões espaciais e sazonais de arrojamentos ajudam a identificar eventos de mortalidade fora do comum (Norman *et al.*, 2004).

Os dados de arrojamentos podem complementar o conhecimento existente sobre a distribuição de populações de cetáceos, normalmente conhecida através de transectos aéreos e marítimos. Em determinadas áreas e em casos em que os estudos sobre cetáceos sejam pontuais ou inexistentes é muitas vezes a única fonte de informação sobre ecologia, biologia e distribuição para determinadas espécies. Assim como para espécies tímidas e difíceis de identificar no mar (Fernández, 2003).

A informação obtida através dos arrojamentos envolvendo factores antropogénicos são essenciais na identificação de áreas potencialmente problemáticas que possam necessitar de monitorização e medidas de mitigação apropriadas.

Uma importante contribuição para o conhecimento das problemáticas que podem afectar as populações através do arrojamentos, é a criação a nível mundial de redes de arrojamentos, que registam todos os casos que tem conhecimento, permitindo a recolha de dados de forma sistemática e consistente, durante um longo período de tempo, podendo contribuir para o conhecimento sobre a história de vida e potenciais ameaças às populações.

Tendo em conta os aspectos acima referidos, e considerando a influência dos factores ambientais nas comunidades biológicas, tornou-se essencial investigar as possíveis interacções de longo termo. A temperatura da superfície da água é um dos parâmetros físicos mais importantes no estudo da dinâmica oceanográfica. A inércia térmica da

superfície do oceano (quando comparada com a terrestre ou atmosférica) faz com que a temperatura da superfície da água seja um parâmetro apropriado para monitorizar as alterações no clima (Deser *et al.*, 2003). Este aspecto, em conjunto com a potencialidade que uma série temporal de longo termo, como o registo de arrojamentos providencia, possibilita o estudo de eventuais interacções entre estes dois factores.

## **2. Objectivos**

Os objectivos deste estudo, são inventariar todos os registos de arrojamentos disponíveis em instituições com vista a obter uma visão global da evolução temporal dos arrojamentos e efectuar a sua caracterização e análise no que respeita à distribuição temporal, sazonal e espacial entre 1979 e 2009.

Outro dos objectivos consiste numa abordagem exploratória inicial da distribuição temporal e sazonal dos arrojamentos e da temperatura da superfície da água.

## **3. Métodos**

### **3.1. Base de dados de arrojamentos**

Os registos de arrojamentos encontram-se no ICNB, arquivados em suporte de papel e computadorizados numa base de dados em Microsoft Access 2000. Anteriormente, o trabalho estava efectuado para o período temporal desde o século XVIII até 2003. Neste estudo foi efectuada a verificação e introdução dos dados recolhidos entre Janeiro de 2004 e Dezembro de 2009 na base de dados do ICNB. Os registos anteriores a 1979 não são considerados neste estudo, pois a maioria dos registos consiste em animais capturados intencionalmente. Consequentemente são considerados registos entre 1979 e 2009 e são excluídos todos os registos de captura intencional entre estes anos.

Em Portugal os registos de arrojamentos são recolhidos de forma oportunista e na sua grande maioria são recebidos no ICNB, podendo chegar por correio electrónico, carta ou telefone através das entidades colaboradoras ou de indivíduos do público em geral, bem como serem recolhidas através de notícias publicadas na imprensa. Em alguns casos a informação encontra-se duplicada e noutros casos encontra-se em falta. Foi por isso necessário reunir todos os registos provenientes dos vários meios e cruzar toda a informação. Contudo, alguns dos registos de arrojamentos ainda são recebidos hoje em dia pelo AVG, entidade que iniciou os primeiros estudos sobre cetáceos em Portugal

continental. Para que todos os registos de arrojamentos constassem na base de dados, e para que nenhum registo estivesse repetido – visto que por vezes a informação é enviada para as duas instituições ou para apenas uma - foi necessário cruzar toda a informação entre os registos que se encontravam no AVG e no ICNB.

Os dados de arrojamentos são recolhidos pelas instituições colaboradoras que participam em acções de formação sobre esta temática, para que elaborem correctamente a metodologia de preenchimento das fichas. Para que a informação seja recolhida de forma sistemática, cada espécimen é registado separadamente e é recolhida a informação que se encontra na ficha biométrica (anexo). Dependendo dos recursos das instituições, da formação providenciada e do estado de decomposição do animal arrojado, a informação pode variar em quantidade e qualidade. Em alguns casos nem todos os dados são preenchidos, podendo existir adaptações consoante os recursos humanos e logísticos de cada instituição que se desloca ao local. No entanto todos os dados utilizados neste estudo são informações de base que se encontram em todos os registos.

As espécies são inicialmente identificadas pelas instituições competentes que se deslocam ao local, mas em muitos casos, a identificação da espécie não é atribuída correctamente. Posteriormente, e após o envio das fichas de identificação para o ICNB e AVG é efectuada a verificação de todos os dados referente ao animal que arrojou. Em relação à identificação da espécie podem surgir as seguintes situações: a informação da ficha coincidir com as fotografias validando a correcta identificação da espécie; a identificação da espécie não coincidir com a fotografia, mas esta permitir a correcta identificação da espécie; a fotografia não permitir avaliar se a identificação da espécie é ou não a correcta. Neste ultimo caso, quando a fotografia em conjunto com as biometrias registadas não permite a identificação da espécie, geralmente permitem a identificação da família ou da ordem. Nos casos em que a informação ou o estado de decomposição do animal não permite a identificação do espécimen este é classificado como “Cetáceo não identificado”. É atribuída às espécies um código (SP) que se encontra na Tabela 1. Posteriormente é atribuído um número de registo.

Tabela 1 – Códigos de classificação (SP) atribuído a cada espécimen de acordo com a sua categoria taxonómica.

Categoria taxonómica	SP	Família	Odontoceti/Mysticeti
<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	bac	Balaenopteridae	M
<i>Balaenoptera</i> sp.	bal	Balaenopteridae	M
<i>Balaenoptera borealis</i>	bbo	Balaenopteridae	M
<i>Balaenoptera musculus</i>	bmu	Balaenopteridae	M
<i>Balaenoptera physalus</i>	bph	Balaenopteridae	M
<i>Delphinus delphis</i>	dde	Delphinidae	O
Delphinidae	del	Delphinidae	O
<i>Eubalaena glacialis</i>	egl	Eubalaenidae	M
<i>Grampus griseus</i>	ggr	Delphinidae	O
<i>Globicephala</i> sp.	glo	Delphinidae	O
<i>Globicephala macrorhynchus</i>	gma	Delphinidae	O
<i>Globicephala melaena</i>	gme	Delphinidae	O
<i>Kogia breviceps</i>	kbr	Kogiidae	O
<i>Mesoplodon densirostris</i>	mde	Ziphiidae	O
<i>Mesoplodon</i> sp.	mes	Ziphiidae	O
<i>Mesoplodon europaeus</i>	meu	Ziphiidae	O
<i>Megaptera novaeangliae</i>	mno	Balaenopteridae	M
<i>Orcinus orca</i>	oor	Delphinidae	O
<i>Pseudorca crassidens</i>	pcr	Delphinidae	O
<i>Physeter macrocephalus</i>	pma	physeteridae	O
<i>Phocoena phocoena</i>	pph	Phocoenidae	O
<i>Stenella coeruleoalba</i>	sco	Delphinidae	O
<i>Tursiops truncatus</i>	ttr	Delphinidae	O
<i>Ziphius cavirostris</i>	zca	Ziphiidae	O
<i>Kogia sima</i>	ksi	Kogiidae	O
Mysticeti	mys	—	M
Odontoceti	odo	—	O
Cetáceo não identificado	nid	—	—

Na identificação e verificação de indícios de captura accidental foram considerados cortes nas barbatanas, cortes no abdómen, ausência de musculatura na zona lombar, marcas de redes e cabos envoltos na barbatana caudal (Kuiken, 1996). Nos registos em que existe a certeza de que os animais foram capturados accidentalmente, nomeadamente se um observador se encontrava no local ou a bordo de uma embarcação e observou a captura dos animais nas redes. Nestes casos é atribuída a classificação de “captura comprovada” (C). A data e local do arrojamento são confirmadas com o ofício que acompanha a ficha. A classificação do estado do corpo é confirmada com a(s) fotografia(s) que acompanham a ficha de registo. O sexo é confirmado com fotografias da zona genital. Quando não existem fotografias da zona genital o sexo é classificado como Indeterminado (I). O peso e as biometrias são verificadas no sentido de serem comuns para a espécie em causa. A presença de barbas ou dentes é verificada pela(s) fotografia(s) assim como o número de sulcos ventrais quando a fotografia o permite.

Toda a informação referente às necrópsias é efectuada geralmente por biólogos ou indivíduos experientes, necessitando de uma creditação do ICNB. Esta informação não necessita de verificação e não é utilizada no âmbito desta dissertação. Posteriormente à verificação dos registos seguiu-se a introdução dos mesmos na base de dados do ICNB.

### **3.2. Caracterização da área de estudo**

A área de estudo compreende a costa continental portuguesa que apresenta uma extensão de 950km no seu total. A costa Oeste, situa-se ao longo do meridiano 9°W entre os paralelos 37°N e 42°N e a costa Sul, localiza-se no paralelo 37°N entre os meridianos 7°20'W e 9°W. (Fiúza, 1983)

A margem continental da costa portuguesa apresenta uma configuração normal, designada de tipo passivo, o que significa que apresenta uma plataforma continental de declive suave até aos 200m de profundidade, seguindo-se a vertente continental de declive mais acentuado (Fiúzia, 1983; Souto, 2005). A plataforma continental portuguesa é estreita e marcada por diversos vales e canhões submarino entre os quais se destacam os canhões da Nazaré, do Tejo (Lisboa) e do Sado (Setúbal) (Fiúzia, 1982; Fiúzia, 1983; Souto, 2005).

A região oceânica adjacente à Península Ibérica encontra-se sobre a influência directa de duas correntes de larga escala – a corrente dos Açores (originada a partir da corrente do Golfo) e a corrente do Atlântico Norte – que originam padrões de circulação característicos desta região (Neves *et al.*, 2008). A corrente do Atlântico Norte é caracterizada por um



movimento lento para sul ou para norte apresentando um movimento superficial de água muito dependente das características de actuação do vento (Neves *et al.*, 2008). A acção destas duas correntes resulta num sistema designado de Corrente de Portugal (Neves *et al.*, 2008). Este é um sistema complexo e de difícil definição espacial, devido às interacções entre as correntes costeiras e do largo, à batimetria e massas de água (Fiúzia, 1983; Souto, 2005).

O fenómeno de afloramento costeiro ocorre ao largo da costa ocidental portuguesa nos meses de Verão (Julho, Agosto, Setembro), associado à divergência junto à costa provocada pelos ventos do quadrante norte que predominam nesta altura do ano (Fiúzia, 1982). Estes ventos predominantes de norte vão induzir um transporte das águas costeiras superficiais para o largo, originando a ascensão à superfície das águas subjacentes. Estas águas, para além de serem mais frias do que as águas que se encontram à superfície, são enriquecidas em nutrientes, favorecendo a produção primária junto à costa (Neves *et al.*, 2008). A disponibilidade de nutrientes e de luz em conjunto com outras características ambientais geram condições ideais para o desenvolvimento do fitoplâncton (Fiúzia, 1982; Neves *et al.*, 2008).

A elaboração de matéria orgânica pelos organismos produtores, neste caso o fitoplâncton, tem características marcadamente estacionais com um “pico” na Primavera (Souto, 2005). A uma maior biomassa destes organismos corresponderá mais zooplâncton e consequentemente maior quantidade de peixes plantófagos, como a sardinha (*Sardina pilchardus*), repercutindo-se assim na maior ou menor biomassa possível de ser explorada pela pesca e pela megafauna (Souto, 2005).

A temperatura da superfície da água apresenta uma variação latitudinal normal, com uma diminuição da temperatura de Sul para Norte. No Inverno, na costa Sul a temperatura varia entre 15-16°C e entre 12-13°C na costa Oeste. No Verão, a costa Sul apresenta temperaturas que variam entre os 20-21°C e entre os 17-18°C na costa Norte (Fiúzia, 1983; Souto, 2005). Este padrão geral pode sofrer alterações, quando ocorrem ventos de nortada, situação em que a temperatura das águas junto à costa diminui, como consequência do afloramento costeiro (Souto, 2005). Nesta altura, pode esperar-se uma diminuição de 2 a 3°C na temperatura da água.

Os dados da temperatura da superfície da água (SST) foram obtidos na base de dados da NOAA - NOAA Optimum Interpolation (OI) Sea Surface Temperature (SST)V2 (<http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/data.noaa.oisst.v2.html>), em graus Celsius. A base de dados apresenta temperaturas para uma área de um grau de latitude por um grau

de longitude ao longo da costa continental portuguesa. Em cada área, foram obtidos valores de temperatura em 6 posições geográficas, 5 na costa oeste e 1 na costa Algarvia (Figura 1). Os dados obtidos compreendem um período temporal entre Janeiro de 1982 e Dezembro de 2009.

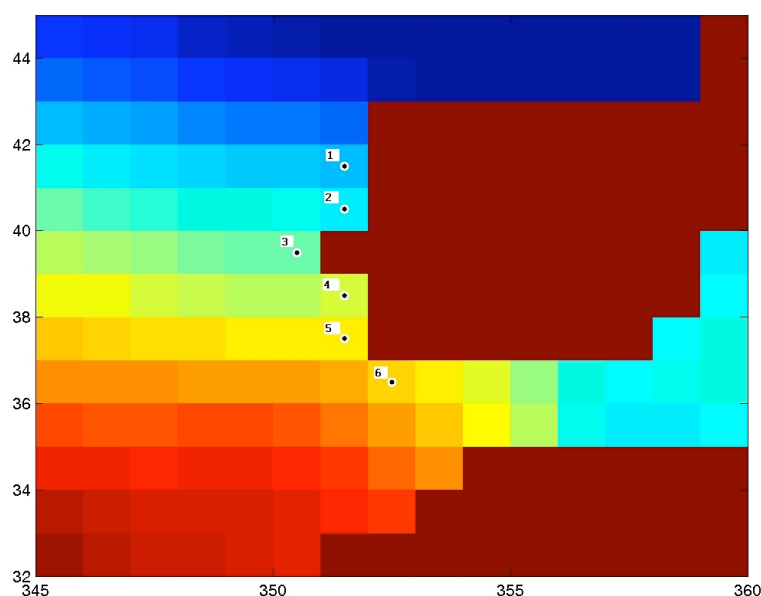


Figura 1- Coordenadas geográficas em 6 áreas da costa continental portuguesa, nas quais foram efectuadas medições da temperatura (adaptado de NOAA - NOAA Optimum Interpolation (OI) Sea Surface Temperature (SST)V2).

A costa continental portuguesa foi dividida em 6 áreas, de acordo com os dados da temperatura. Esta divisão foi adoptada para os dados de arrojamentos, com o objectivo de investigar uma possível relação entre os arrojamentos e a temperatura. A área Norte inclui todos os registos desde a foz do rio Minho até ao Cabo Mondego, a área Centro-Norte inclui todos os registos desde o cabo Mondego ao Cabo Carvoeiro (incluindo a ilha da Berlenga), a área Centro do Cabo carvoeiro ao Cabo Espichel, a área Centro-Sul do Cabo Espichel a Sines, a área Sul de Sines ao Cabo de São Vicente e o Algarve do cabo de São Vicente até à foz do Rio Guadiana (Figura 2).

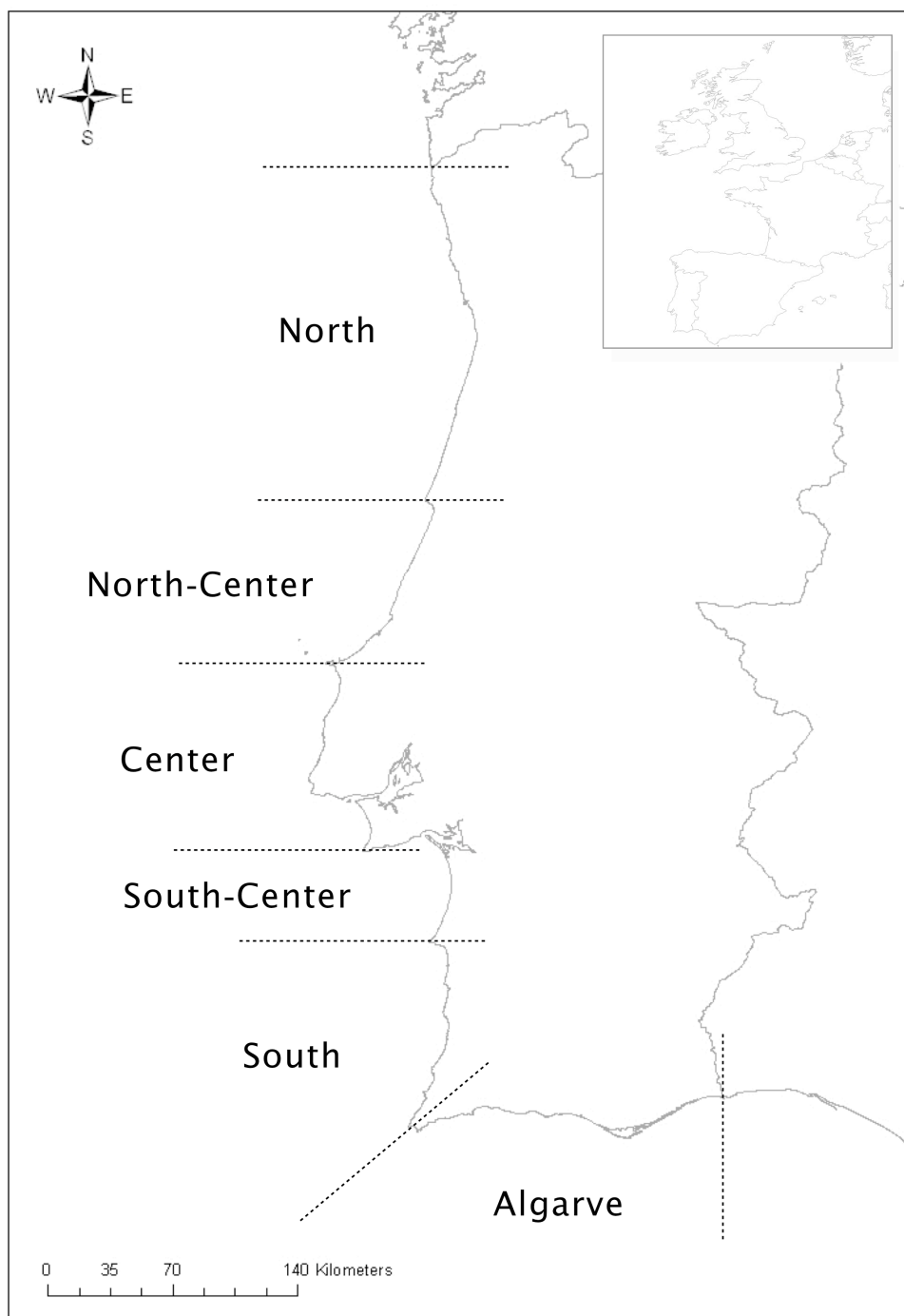


Figura 2- Divisão da costa continental portuguesa em 6 áreas: North (Norte), North-Center (Centro-Norte), Center (Centro), South-Center (Centro-Sul), South (Sul) e Algarve (Algarve).

### 3.3. Análise de dados

#### 3.3.1. Análise dos arrojamentos

Foi efectuada uma análise exploratória dos dados o que permitiu a sua caracterização temporal e por espécie, assim como uma caracterização dos indícios de captura entre 1979 e 2009. A distribuição espacial do total de arrojamentos para os anos de 1979 a 2009 foi efectuada com o programa ESRI Arcmap 9.3.1.

#### 3.3.2. Análise de séries temporais

O conjunto total de dados de arrojamentos foi analisado quanto à sua distribuição temporal, sazonal e espacial. A análise da distribuição temporal por áreas da temperatura e dos arrojamentos foi efectuada recorrendo a um dos métodos de regressão não linear, a regressão polinomial de Lowess ou Loess, efectuada no programa R.

Com o objectivo de detectar a tendência da série temporal em estudo, foi utilizada uma técnica de regressão não-paramétrica. A metodologia STL (*Seasonal-Trend Decomposition Procedure Based on Loess*) é utilizada na decomposição sazonal de séries temporais (Cleaveland *et al.*, 1990). O objectivo principal é gerar componentes de tendência e sazonalidade da série investigada. A função STL do programa R realiza uma decomposição sazonal tendo em conta uma série temporal “Data”  $X^t$ , determinando a tendência “Trend”  $T^t$ , através da utilização da regressão local de Loess. É posteriormente calculada a componente sazonal “Seasonal”  $S^t$  e a componente residual “Remainder”  $e^t$  da diferença  $X^t - T^t$ . A função STL decompõe uma série nos seguintes parâmetros:  $X^t = \text{tendência}^t + \text{sazonalidade}^t + \text{irregularidade}^t$  (Zuur *et al.*, 2007).

## 4. Resultados

### 4.1. Análise dos arrojamentos

#### 4.1.1. Caracterização dos arrojamentos

Em Portugal continental foram registados 3522 arrojamentos de cetáceos entre Janeiro de 1979 e Dezembro de 2009 (Tabela 2). Ao longo deste período registaram-se 21 espécies diferentes de cetáceos, 94,04% (n=3312) pertencendo à subordem Odontoceti e 3,29 % (n=116) pertencendo à subordem Mysticeti (Figura 3). A espécie com maior número de registos de arrojamentos é o golfinho-comum com 46,51% (n=1638) do total de ocorrências (Figura 4). Outras espécies comuns mas relativamente menos frequentes nos registos de arrojamentos são o boto (*Phocoena phocoena*) com 7,13% (n=251) do total de registos, o golfinho-riscado (*Stenella coeruleoalba*) com 4,66% (n=164), o golfinho-roaz (*Tursiops truncatus*) com 4,37% (n=154) e a baleia-anã (*Balaenoptera acuturostrata*) com 2,41% (n=85) (Figura 4). As espécies menos comuns nos registos de arrojamentos são a baleia-de-bico-de-Blainville (*Mesoplodon densirostris*), a baleia-de-bico-de-Gervais (*Mesoplodon europaeus*) e o cachalote-anão (*Kogia sima*), cada um com 0,06% (n=2) do total de registos (Tabela 2). Espécies como a baleia-azul (*Balaenoptera musculus*), a baleia-corcunda (*Megaptera novaeangliae*), a falsa-orca (*Pseudorca crassidens*) e a baleia-piloto-tropical (*Globicephala macrorhynchus*) apresentam um registo para cada espécie (n=1), constituindo 0,03% do total de registos (Tabela 2).

Para todos os registos aos quais não foi possível atribuir a classificação taxonómica de espécie, os indivíduos foram classificados até ao taxon família ou até à subordem. Em Portugal continental foram classificados 61 indivíduos (1,73%) como pertencentes à subordem Odontoceti e 15 indivíduos (0,43%) como pertencentes à subordem Mysticeti. Os indivíduos aos quais não foi possível atribuir uma categoria taxonómica foram classificados como “não identificados” e constituem 0,51% do total dos registos (n=18).

Tabela 2- Distribuição temporal por categoria taxonómica dos arrojamentos na costa continental portuguesa entre 1979 e 2009.

	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	Total	%
DDE	36	36	5	8	11	4	13	11	23	14	11	20	11	18	50	33	33	68	47	77	63	79	57	84	83	132	156	92	67	145	151	1638	46,51
DEL	-	-	-	1	-	4	11	4	7	8	17	12	13	22	42	23	39	38	48	50	43	49	33	51	62	49	105	55	38	64	41	929	26,38
PPH	8	2	2	3	3	-	3	1	3	7	6	1	6	5	9	9	9	13	6	10	1	10	4	13	22	13	11	19	17	18	17	251	7,13
SCO	-	1	3	1	2	1	1	2	1	5	4	-	2	3	9	10	3	5	5	9	6	3	10	8	8	6	15	10	16	6	9	164	4,66
TTR	-	1	-	1	2	1	4	2	4	3	2	5	2	3	5	7	8	7	13	13	9	9	6	5	7	6	9	4	7	6	3	154	4,37
BAC	-	1	1	-	1	-	-	1	-	-	2	2	-	2	2	2	1	4	1	2	1	6	5	3	7	8	12	2	6	4	9	85	2,41
GME	2	-	1	2	2	1	3	1	1	-	1	-	1	3	2	-	1	4	2	4	2	2	3	4	2	9	4	2	2	3	7	71	2,02
ODO	-	-	-	1	-	-	2	-	-	1	-	-	-	-	-	-	3	4	2	-	2	1	-	-	7	3	1	9	2	7	16	61	1,73
GGR	-	-	-	1	-	-	-	1	1	-	4	1	-	1	1	2	1	1	1	-	2	-	2	2	1	3	1	-	6	2	5	39	1,11
NID	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	3	5	1	1	6	-	18	0,51
BPH	1	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	3	2	2	-	-	1	-	-	1	-	1	1	-	3	-	-	17	0,48
KBR	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	2	-	1	1	2	-	-	-	2	-	3	-	-	16	0,45
MIS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	2	-	-	3	2	1	-	3	1	-	15	0,43
PMA	-	2	1	-	-	-	1	-	-	1	-	-	1	-	-	-	1	3	-	-	-	1	1	-	1	-	1	-	1	-	-	15	0,43
ZCA	-	-	1	2	2	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	1	1	2	-	13	0,37
BAL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	1	-	4	-	7	0,2
GLO	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	2	7	0,2
MES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	1	1	-	1	-	-	-	-	-	5	0,14
OOR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	4	0,11
ZIP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	1	-	3	0,09
MDE	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0,06
MEU	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0,06
KSI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	2	0,06
BMU	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,03
MNO	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,03
PCR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,03
GMA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	0,03
Total	48	44	15	20	24	11	39	26	41	39	47	42	38	60	121	90	104	150	127	169	131	165	126	176	200	238	323	202	167	272	267	3522	

O golfinho-comum é a espécie que apresenta maior número de registos seguido da família *Delphinidae* com 26,38% (n=929) do total de arrojamentos. Nestes registos estão incluídas todas as espécies da família *Delphinidae* às quais não foi possível atribuir uma classificação taxonómica até à espécie.

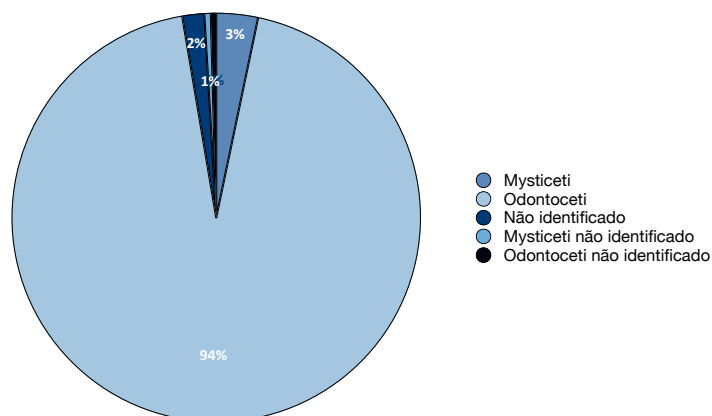


Figura 3- Percentagem de arrojamentos pertencentes à subordem Mysticeti e Odontoceti identificados e não identificados, e restantes não identificados.

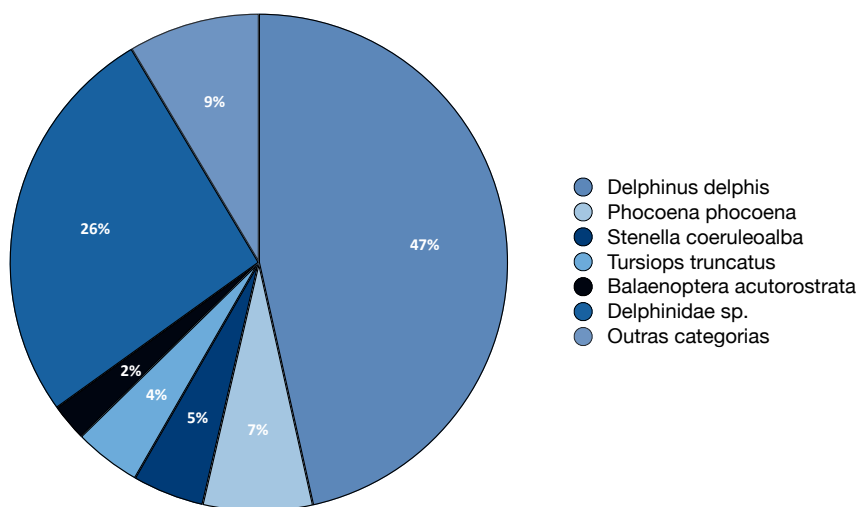


Figura 4- Espécies mais comuns no registo de arrojamentos.

Os resultados mostram que o número de arrojamentos registados aumentou ao longo do tempo (Tabela 2). Assim, considerando os períodos temporais analisados na Tabela 3, torna-se mais evidente esta progressão. Este aumento no número de arrojamentos pode reflectir o crescimento na recolha de registos da Rede Nacional de

Arrojamentos. Este crescimento pode dever-se a uma maior participação de agentes envolvidos na recolha de registos (Figura 5). Por agentes considera-se instituições, entidades, investigadores e público em geral que constam nos registos de arrojamentos da base de dados.

Tabela 3 – Número de arrojamentos em cada período temporal.

Período temporal	Número de arrojamentos
1979-1989	354
1990-1999	1032
2000-2009	2136

Neste contexto, tornou-se necessário desenvolver uma medida de esforço que considerando este crescimento ao longo dos anos. A impossibilidade de determinar uma medida de esforço deve-se à falta de informação quantitativa e qualitativa. A única informação disponível refere-se à entidade que preencheu o registo do arrojamento (Figura 5), não sendo possível determinar qual o esforço de cada entidade nem que outras entidades poderiam operar espacial e temporalmente.

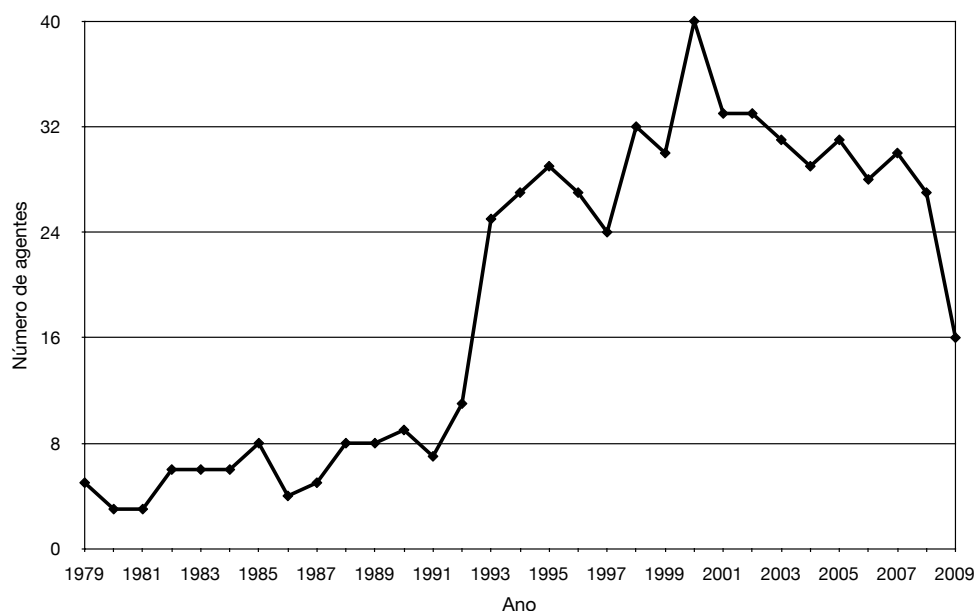


Figura 5- Distribuição temporal dos agentes colectores de registos de arrojamentos, entre 1979 e 2009 na costa continental portuguesa.



#### 4.1.2. Caracterização das capturas acidentais

As capturas acidentais foram classificadas em três categorias: capturas comprovadas, indícios de captura e sem indícios. De acordo com os resultados, pode observar-se que ao longo dos períodos temporais em estudo o número de arrojamentos aumentou em todas as categorias consideradas (Tabela 4). No entanto, analisando a evolução das diferentes categorias por período temporal, não se constata uma variação percentual expressiva entre os períodos temporais (Tabela 4).

Os indícios de captura representam 19,3 % (n=680) do total de arrojamentos seguido das capturas comprovadas com 3,5 % (n= 124).

O maior número de registos pertence à categoria “sem indícios” com 77,2% (n=2718) do total de arrojamentos (Tabela 4). Esta categoria inclui todos os registos aos quais não foi possível detectar indícios de captura. Como nos registos de arrojamentos não existe informação que possa identificar outras causas de morte, a categoria “sem indícios”, inclui todos os registos que não são classificados como “captura comprovada” e como “Indícios de captura”.

Tabela 4- Distribuição das capturas comprovadas, indícios de captura e sem indícios por períodos temporais e totais globais e por período temporal.

<b>Período temporal</b>	<b>1979-1989</b>		<b>1990-1999</b>		<b>2000-2009</b>		<b>Total de todos os períodos temporais</b>	
	N	%	N	%	N	%	N	%
<b>Captura comprovada</b>	21	5,93	47	4,55	56	2,62	124	3,5
<b>Indícios de captura</b>	63	17,8	207	20	410	19,2	680	19,3
<b>Sem indícios</b>	270	76,3	778	75,3	1670	78,2	2718	77,2
<b>Total de cada período temporal</b>	354	100	1032	100	2136	100	3552	100

Os registos para cada espécie seguem o padrão geral no qual o maior número de registos pertence à categoria “sem indícios”, seguido da categoria “indícios de captura” e da categoria “sem indícios” (Tabela 5).

Tabela 5- Distribuição das capturas comprovadas, indícios de captura e sem indícios por categoria taxonômica.

Categoria taxonômica	Captura comprovada		Indícios de captura		Sem indícios	
	N	%	N	%	N	%
<i>Delphinus delphis</i>	88	5,37	427	26,07	1123	68,56
<i>Delphinidae</i>	8	0,86	110	11,84	811	87,30
<i>Phocoena phocoena</i>	15	5,98	45	17,93	191	76,10
<i>Stenella coeruleoalba</i>	4	2,44	30	18,29	130	79,27
<i>Tursiops truncatus</i>	1	0,65	27	17,53	126	81,82
<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	5	5,88	14	16,47	66	77,65
<i>Globicephala melaena</i>	0	0,00	8	11,27	63	88,73
Odontoceti	1	1,64	5	8,20	55	90,16
<i>Grampus Griseus</i>	1	2,56	4	10,26	34	87,18
Cetáceo não identificado	1	5,56	1	5,56	16	88,89
<i>Balaenoptera physalus</i>	0	0,00	2	11,76	15	88,24
<i>Kogia breviceps</i>	0	0,00	1	6,25	15	93,75
Mysticeti	0	0,00	1	6,67	14	93,33
<i>Physeter macrocephalus</i>	0	0,00	0	0,00	15	100,00
<i>Ziphius cavirostris</i>	0	0,00	4	25,00	12	75,00
<i>Balaenoptera sp.</i>	0	0,00	0	0,00	7	100,00
<i>Globicephala sp.</i>	0	0,00	0	0,00	7	100,00
<i>Mesoplodon sp.</i>	0	0,00	0	0,00	5	100,00
<i>Orcinus orca</i>	0	0,00	1	25,00	3	75,00
<i>Mesoplodon densirostris</i>	0	0,00	0	0,00	2	100,00
<i>Mesoplodon europaeus</i>	0	0,00	0	0,00	2	100,00
<i>Kogia sima</i>	0	0,00	0	0,00	2	100,00
<i>Balaenoptera musculus</i>	0	0,00	0	0,00	1	100,00
<i>Megaptera novaeangliae</i>	0	0,00	0	0,00	1	100,00
<i>Pseudorca crassidens</i>	0	0,00	0	0,00	1	100,00
<i>Globicephala macrorhynchus</i>	0	0,00	0	0,00	1	100,00
<b>Total</b>	124		680		2718	

#### 4.1.3. Caracterização espacial dos arrojamentos

No período temporal analisado pode observar-se que os arrojamentos se distribuem ao longo de toda a costa (Figura 6).

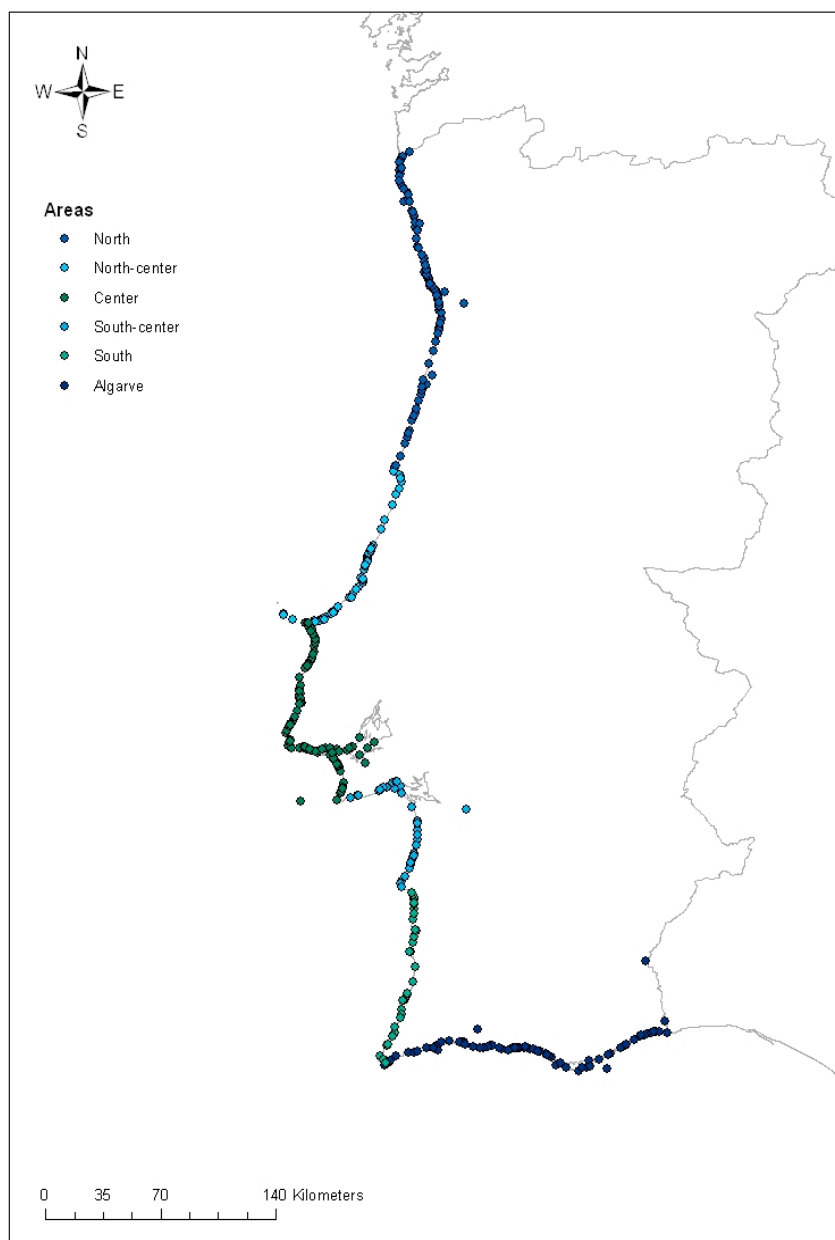


Figura 6- Distribuição espacial dos arrojamentos por área na costa continental portuguesa entre 1979 e 2009.

Com o objectivo de visualizar possíveis diferenças entre áreas foi necessário adoptar um período temporal que compreende os anos de 1979 a 1989, de 1990 a 1999 e de 1999 a 2009 (Figura 7). Pode observar-se que o número de arrojamentos por área aumentou ao longo do tempo. Os resultados mostram que as áreas com um menor número de arrojamentos são a área Centro-Sul, Sul e Algarve. As áreas que apresentam um maior número de arrojamentos são as áreas Norte, Centro-Norte e Centro (Figura 7).

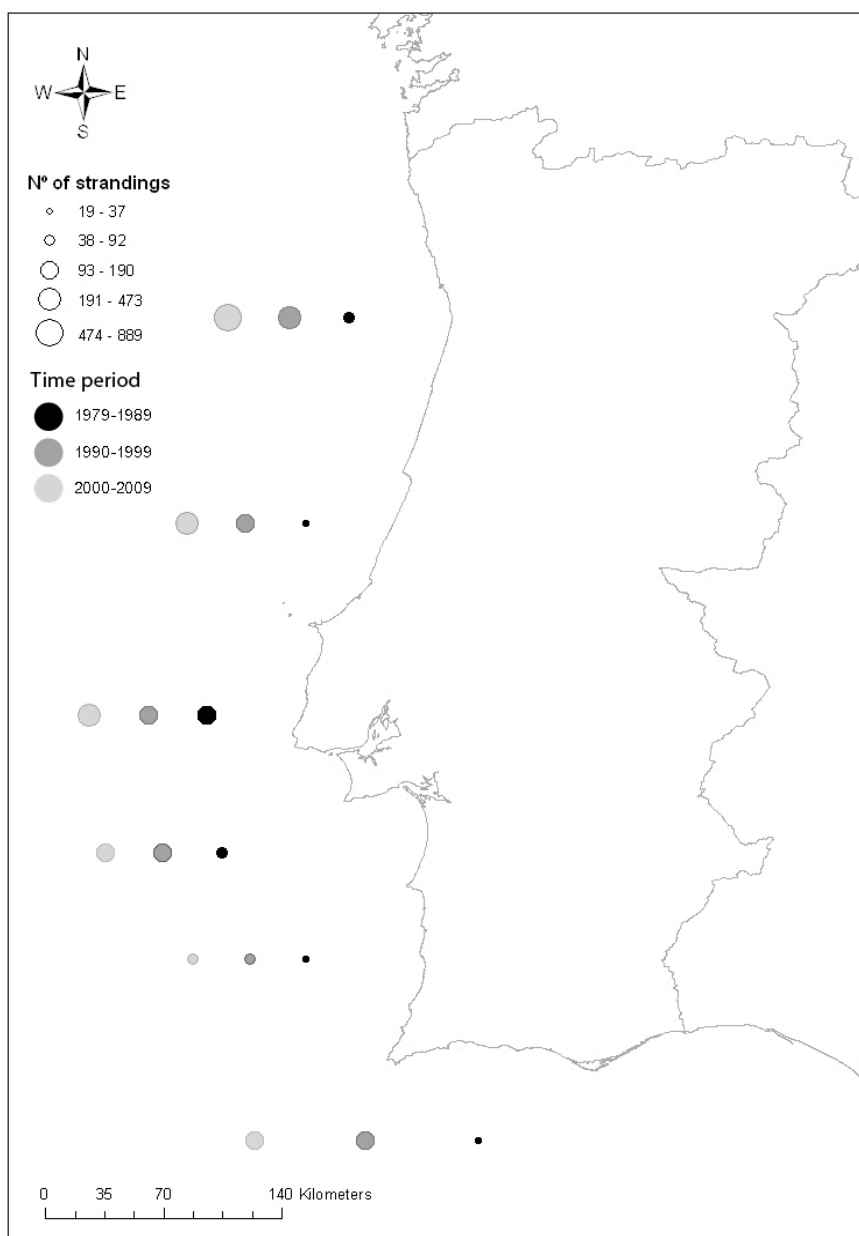


Figura 7- Distribuição espacial dos arrojamentos na costa continental portuguesa entre 1979 e 2009, por áreas. As circunferências indicam o número de arrojamentos por área, e as cores o período temporal.

## **4.2. Análise de séries temporais**

### **4.2.1. Distribuição temporal dos arrojamentos por área**

A distribuição temporal da tendência (*Trend*) dos arrojamentos na área Norte é caracterizada por um aumento gradual a partir do ano de 1993, atingindo o seu máximo no ano de 2005 (Figura 8a). Na área Centro-Norte a tendência é constante ao longo dos anos, com um ligeiro aumento no ano de 2005. A partir de 2007 observa-se um aumento exponencial dos arrojamentos (Figura 8b).

Na área Centro observa-se um aumento gradual dos arrojamentos ao longo dos anos. De acordo com os resultados observa-se um ligeiro acréscimo em 1999, atingindo um valor máximo em 2005 (Figura 8c).

Na área Centro-Sul, observa-se um elevado número de arrojamentos no início da série temporal. Este facto deve-se a 31 arrojamentos em Sesimbra no ano de 1979. Em 1987 observa-se um ligeiro acréscimo nos arrojamentos seguido de um aumento mais acentuado a partir de 1992. Nos anos seguintes esse valor mantém-se com ligeiras oscilações, decrescendo progressivamente a partir de 2003 (Figura 8d).

Na área Sul observa-se uma tendência crescente dos arrojamentos, destacando-se 4 “picos” ao longo da série temporal nos anos de 1988, 1993, 2001 e 2008 (Figura 9e).

No Algarve o número de arrojamentos observado é reduzido no início da série temporal até ao ano de 1990. A partir desta data observa-se um aumento contínuo e acentuado que atinge o seu máximo no ano de 1998, tendência que se mantém até ao ano de 2008 (Figura 9f).

De uma forma geral, os resultados mostram uma tendência crescente ao longo dos anos, em todas as áreas do país (Figura 8 e Figura 9).

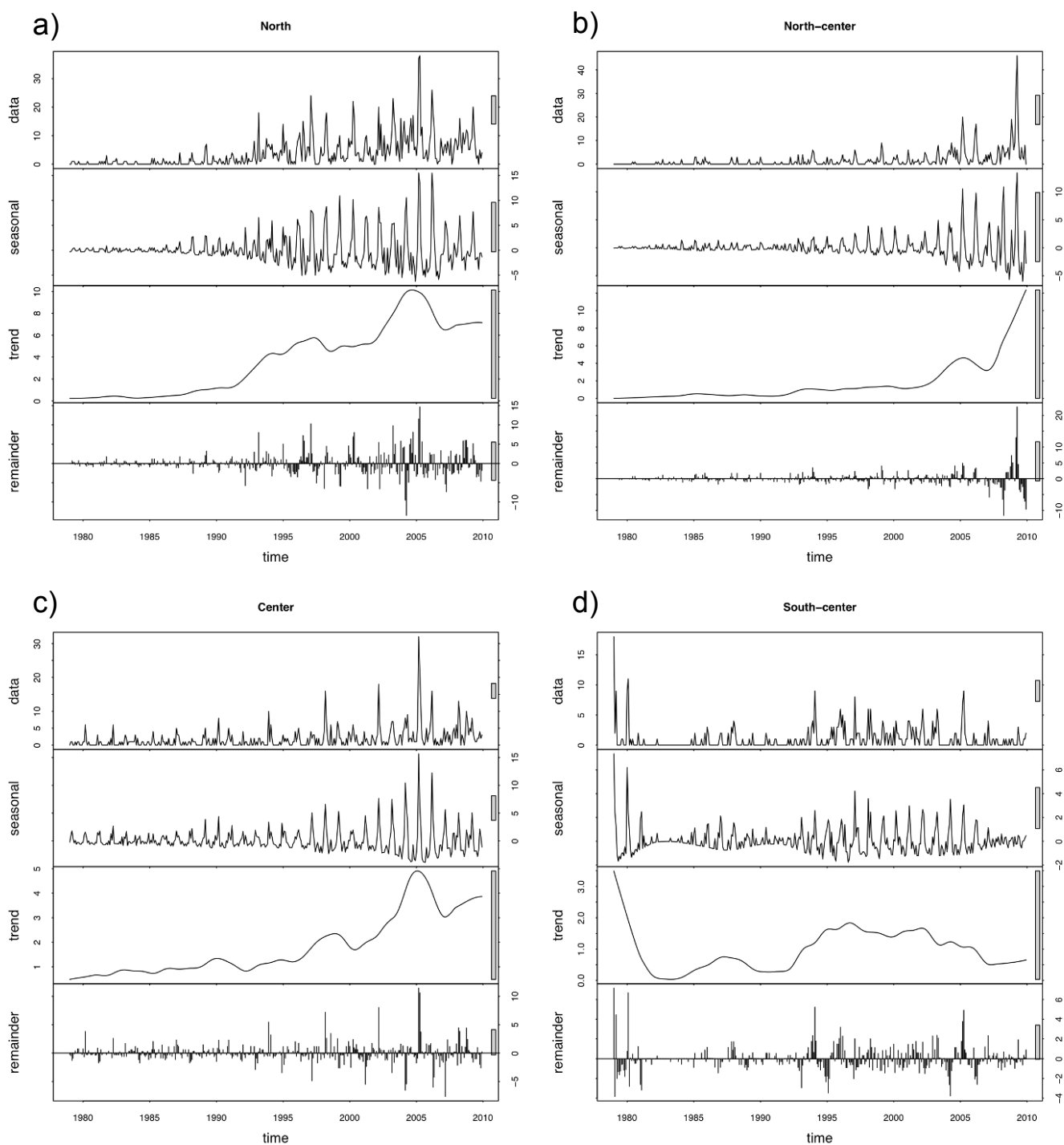


Figura 8- Distribuição temporal dos arrojos entre 1979 e 2009, na áreas Norte (a), Centro-Norte (b), Centro (c) e Centro-Sul (d), caracterizada por número de arrojos (data), a componente sazonal (*seasonal*), a tendência dos arrojos (*trend*) e o “resíduo” (*remainder*).

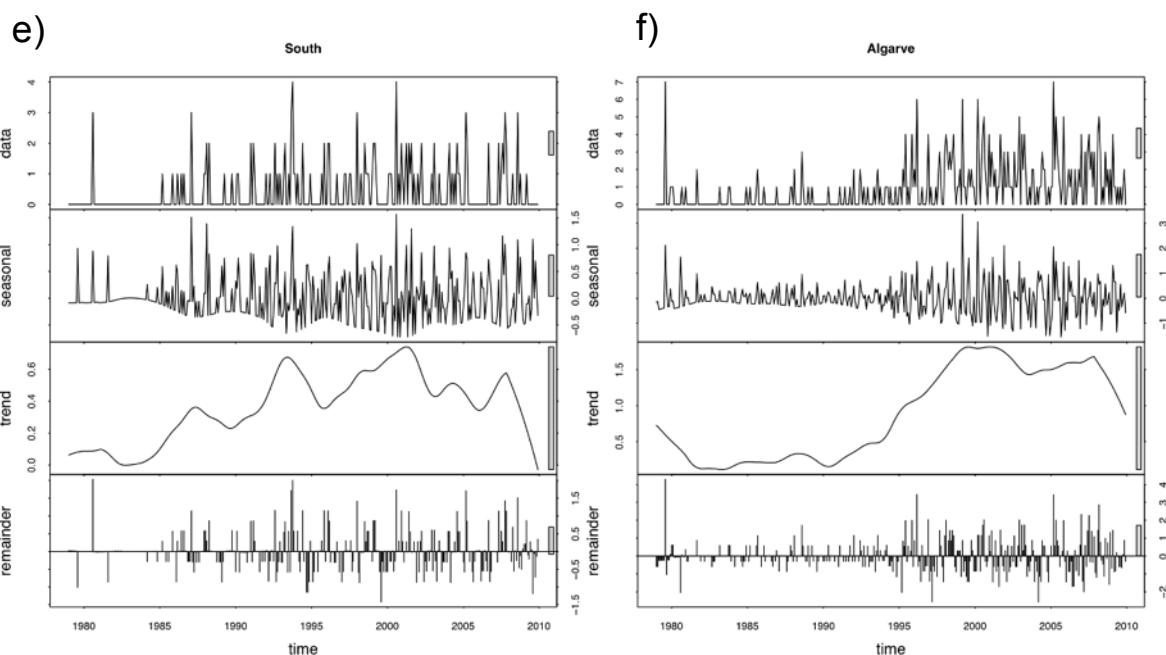


Figura 9- Distribuição temporal dos arrojamentos entre 1979 e 2009, nas áreas Sul e Algarve, caracterizadas por número de arrojamentos (*data*), a componente sazonal (*seasonal*), a tendência dos arrojamentos (*trend*) e o “resíduo” (*remainder*).

#### 4.2.2. Distribuição temporal da temperatura por áreas

Os resultados mostram que a área Norte apresenta oscilações de temperatura atingindo valores máximos nos anos de 1989, 1997 e 2006. A partir de 1997, observa-se um decréscimo acentuado da temperatura atingindo valores mínimos em 1994 (Figura 10a). Este padrão de temperatura apresenta uma tendência geral semelhante para todas as áreas do país (Figura 10 e Figura 11).

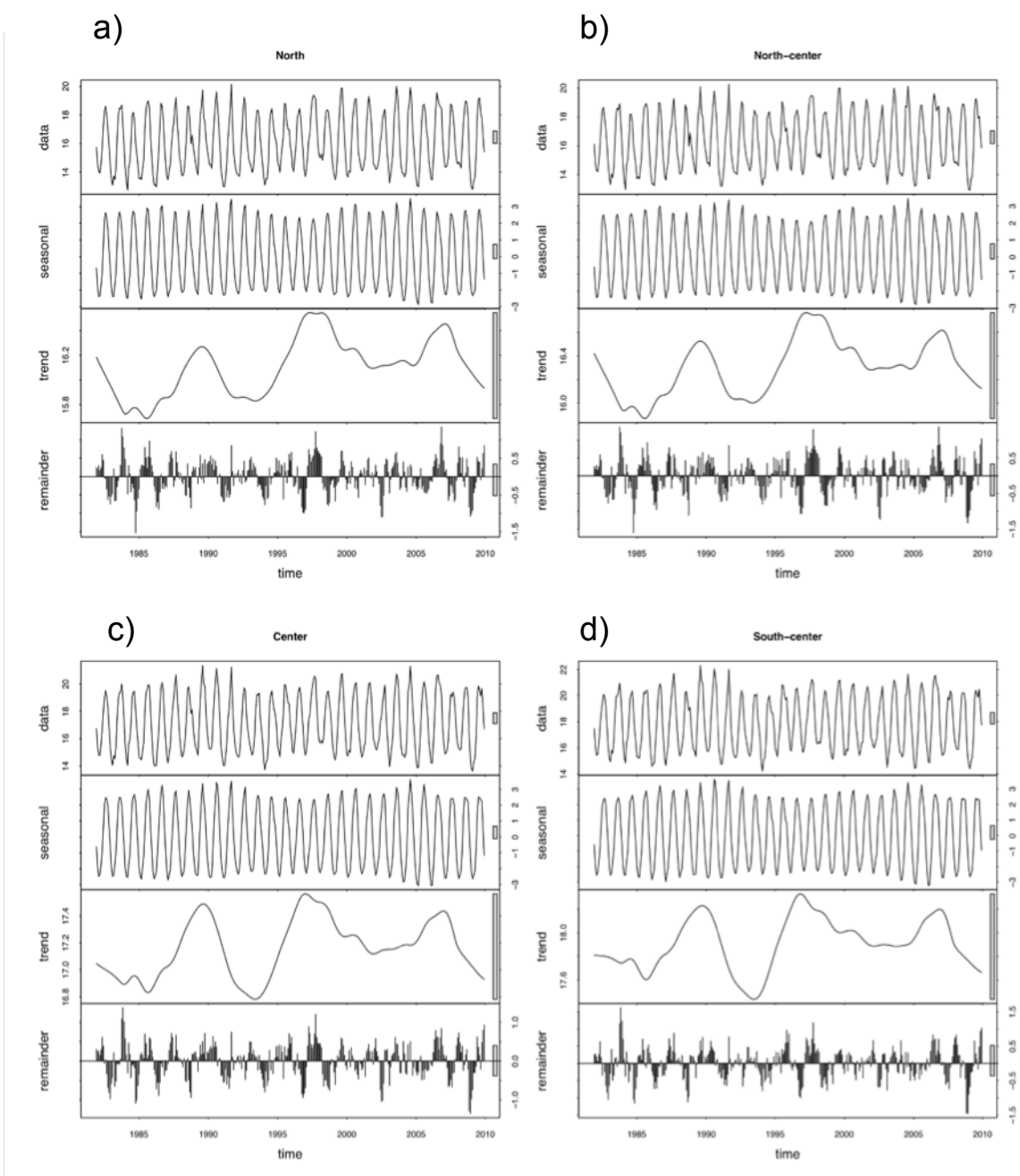


Figura 10- Distribuição temporal da temperatura entre 1979 e 2009, na áreas Norte (a), Centro-Norte (b), Centro (c) e Centro-Sul (d), caracterizada por valores de temperatura em C (*data*), a componente sazonal (*seasonal*), a tendência da temperatura (*trend*) e o “resíduo” (*remainder*).

A variação observada entre cada área diz respeito aos valores mínimos e máximos de temperatura. Na área Norte a temperatura varia entre 12,75°C e 20,14°C, e na área



Centro-Norte varia entre 12,93°C e 20,26°C. Na área Centro a temperatura varia entre 13,64°C e 21,33°C e na área Centro-Sul entre 14,22°C e 22,30°C. Na área Sul a temperatura varia entre 14,63°C e 22,58°C e no Algarve entre 15,31°C e 23,35°C.

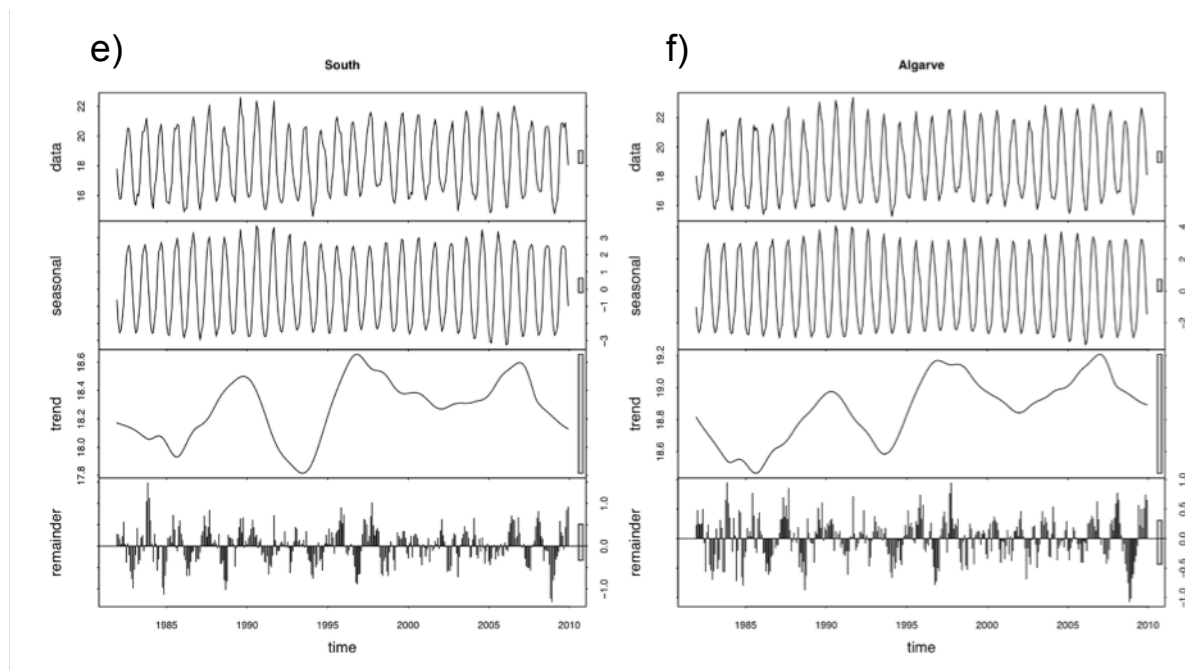


Figura 11- Distribuição temporal da temperatura entre 1979 e 2009, na áreas Sul (e) e Algarve (f), caracterizada por valores de temperatura em C (*data*), a componente sazonal (*seasonal*), a tendência da temperatura (*trend*) e o “resíduo” (*remainder*).

#### 4.2.3. Distribuição sazonal comparativa entre a temperatura e os arrojamentos

A distribuição sazonal foi efectuada na área norte e centro do país (Figura 12) entre os anos de 1995 e 2009. Esta opção espacio-temporal, deve-se a uma melhor amostragem na recolha de dados. Através da análise efectuada pode observar-se uma variação sazonal dos arrojamentos e da temperatura em ambas as áreas. Na análise efectuada observa-se que nos meses em que as temperaturas são mais baixas ocorre um aumento nos arrojamentos e nos meses em que as temperaturas são mais altas ocorre uma diminuição dos arrojamentos (Figura 12).

A temperatura varia sazonalmente e uma variação semelhante também se verifica nos arrojamentos (Figura 12).

Os valores máximos de arrojamentos apresentam uma oscilação sazonal que tendencialmente segue os valores máximos da temperatura. Por exemplo, no ano de 2005 no qual se verificou um valor máximo de temperatura foi também o ano em que se verificou um maior número de arrojamentos. Ao longo da série temporal pode observar-se que o valor máximo do número de arrojamentos reflecte uma oscilação coerente com valores máximos de temperatura (Figura 12). Pode observar-se uma situação idêntica em relação às temperaturas mínimas e ao número de arrojamentos ao longo da série temporal (Figura 12).

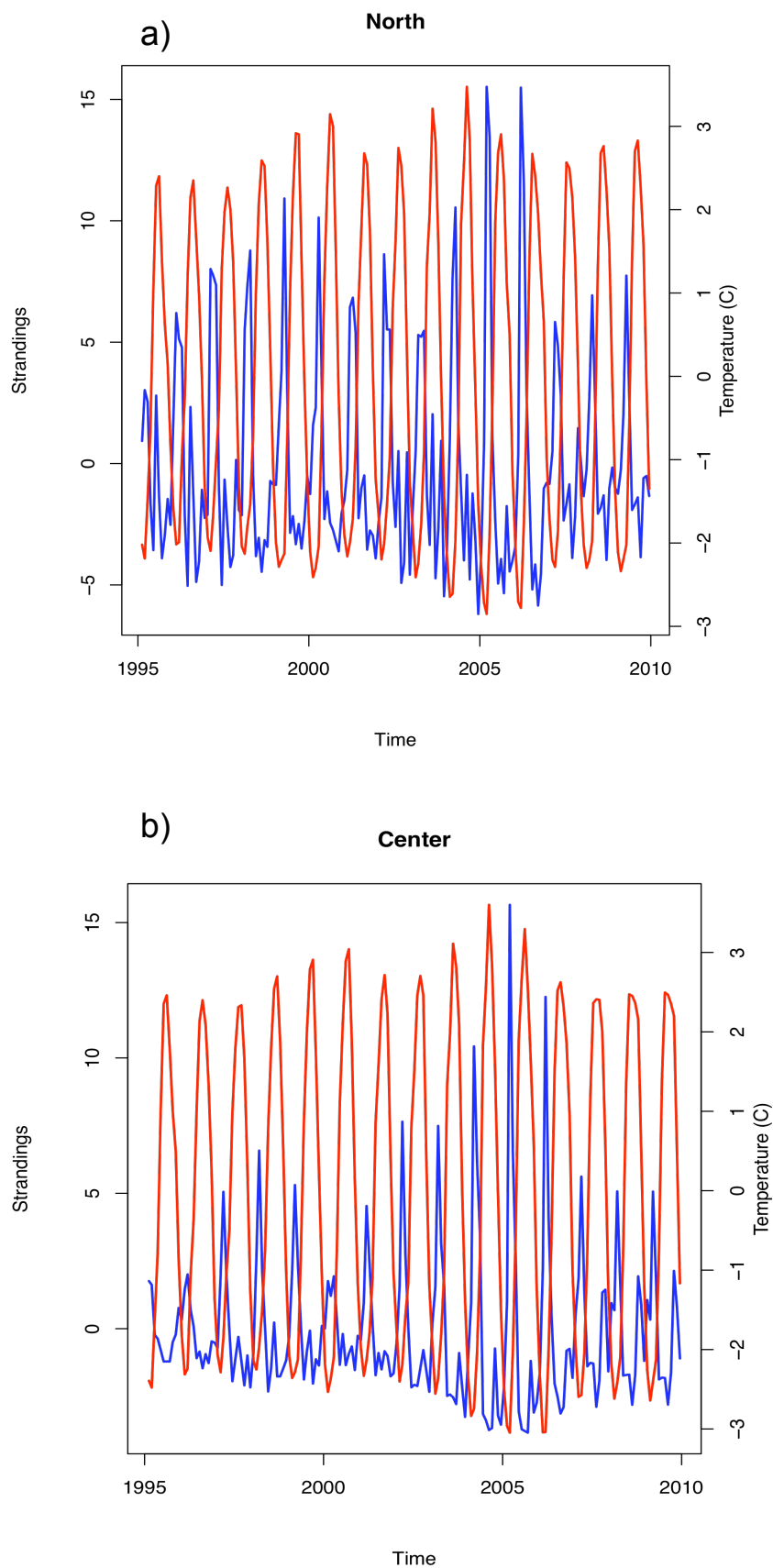


Figura 12- Distribuição sazonal da temperatura (a vermelho) e dos arrojamentos (a azul) entre 1995 e 2009 na área Norte (a) e na área Sul (b).

#### **4.2.4. Distribuição temporal comparativa entre arrojamentos e temperatura**

Os resultados obtidos da distribuição temporal dos arrojamentos e da temperatura por áreas, mostram um aumento geral da tendência dos arrojamentos e um aumento geral da tendência da temperatura na série temporal considerada (Figura 13).

O aumento da tendência dos arrojamentos é observável em todas as áreas do país, sendo menos evidente na área Centro-Norte (Figura 13e) e Centro-Sul (Figura 13c). No entanto, também se verifica que entre 1990 e 1994 na área, Sul e em 1990 no Algarve ocorre um aumento da temperatura coincidente com uma diminuição dos arrojamentos.

Considerando os valores de temperatura e os valores de arrojamentos observa-se um desfasamento no qual a curva dos arrojamentos ao longo da série temporal sugere reflectir os valores de temperatura ocorridos anteriormente. Esta observação é mais evidente a partir de 1995 (Figura 13).

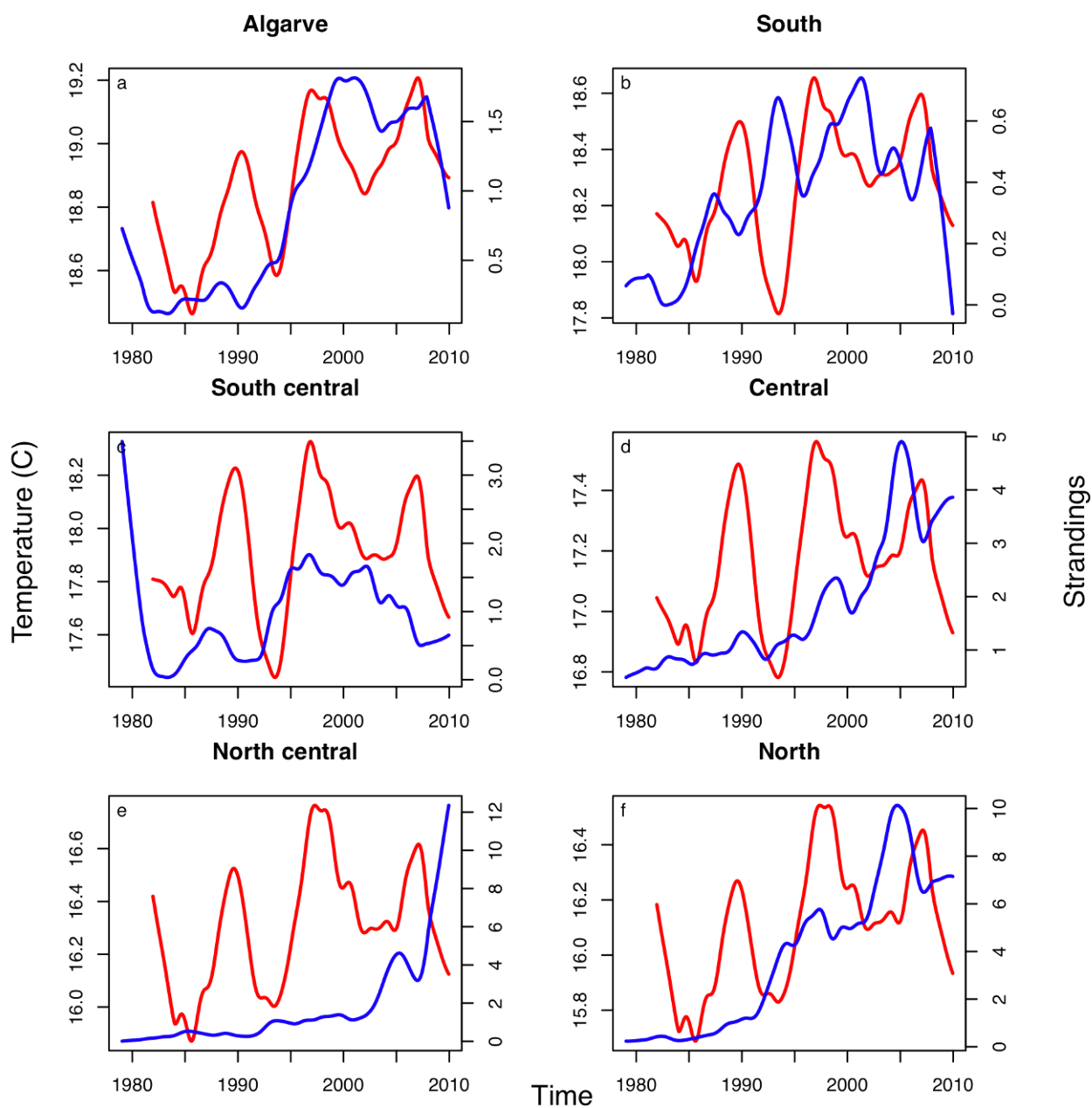


Figura 13- Distribuição temporal da temperatura (a vermelho) entre 1982 e 2009 e dos arrojamentos (a azul) entre 1979 e 2009, nas seguintes áreas: Algarve (*Algarve*) (a), Sul (*South*) (b), Centro-Sul (*South-Central*) (c), Centro (*Central*) (d), Centro-Norte (*North-Central*) (e), Norte (*North*) (f).

## 5. Discussão

### 5.1. Análise de arrojamentos

#### 5.1.1. Caracterização dos arrojamentos

Entre 1979 e 2009 foram registados 21 espécies diferentes de cetáceos arrojados em Portugal continental. Destes, os registos de Mysticetes constituem apenas 3,29% do total de arrojamentos e os registos de Odontocetes 94,04%. Esta diferença pode dever-se à ocorrência natural de populações que habitam ou se deslocam ao longo da costa portuguesa (Sequeira *et al.*, 1992; Silva & Sequeira, 2003; Norman *et al.*, 2004). As espécies de Odontocetes são as espécies mais comuns ao longo da costa podendo algumas com características mais costeiras formar populações residentes ou efectuar migrações sazonais como sustentam os estudos de ocorrência e distribuição de espécies (Sequeira, 1988; Faustino, 2000). Por outro lado, o facto de a maioria dos Mysticetes serem espécies essencialmente pelágicas, que habitam áreas mais distantes da costa, pode conduzir a uma menor probabilidade de arrojarem.

As espécies menos comuns nos registos de arrojamentos também indicam que as espécies como a baleia-de-bico-de-Blainville (*Mesoplodon densirostris*), a baleia-de-bico-de-Gervais (*Mesoplodon europaeus*) e o cachalote-anão (*Kogia sima*), são espécies conhecidas por não habitarem a costa portuguesa. O mesmo acontece para as espécies como a baleia-azul (*Balaenoptera musculus*), a baleia-corcunda (*Megaptera novaeangliae*), a falsa-orca (*Pseudorca crassidens*) e a baleia-piloto-tropical (*Globicephala macrorhynchus*) que apresentam um registo para cada espécie. De uma forma geral e apesar das limitações na inferência de padrões de ocorrência e distribuição de arrojamentos, pode afirmar-se que possivelmente os registos de arrojamentos reflectem a ocorrência e distribuição das espécies na costa continental portuguesa, pelo que a maioria das espécies que são relativamente raras, estão representadas em menor número (Norman *et al.*, 2004).

Os registos de arrojamentos podem ser utilizados no sentido de complementar a informação recolhida nos estudos realizados com populações naturais no seu habitat (Willis & Baird, 1998; Frantzis *et al.*, 2004). No entanto, não podemos esquecer o facto de existir uma variedade de factores que influencia o transporte e deposição das carcaças na costa, tal como anteriormente referido.

A espécie que apresenta o maior número de arrojamentos é o golfinho-comum com 46,51% do total de registos. Segundo Marques (2005), os registos de golfinho-comum

estarão subestimados, visto que um grande número de animais classificados como *Delphinidae* poderão pertencer a esta espécie que é, possivelmente, a mais abundante na costa portuguesa como demonstrado por vários estudos (Sequeira, 1988; Wise *et al.*, 2007; Brito *et al.*, 2009). Os animais classificados como *Delphinidae sp.* constituem 26,38% dos registos de arrojamentos e reúnem todos os animais pertencentes à família *Delphinidae*, os quais não foi possível a identificação até à categoria taxonómica da espécie.

A espécie boto é a segunda espécie com maior número de registos (7,13%), seguida do golfinho-riscado com 4,66% e do golfinho-roaz com 4,37%. Ainda que estas percentagens possam estar relacionadas com a ocorrência natural destas espécies, devemos ressaltar que os registos de arrojamentos podem nem sempre reflectir directamente o registo das observações no mar (Norman *et al.*, 2004; Marques, 2005). As observações no mar podem muitas vezes reflectir a abundância de uma determinada espécie com base no comportamento dos animais, nomeadamente no acompanhamento das embarcações (Sequeira, 1988; Sequeira, 1996). Neste sentido os dados de arrojamentos para estas espécies podem reflectir uma abundância relativa inferior às observações no mar e possivelmente mais realista.

### **5.1.2. Caracterização das capturas acidentais**

A avaliação de capturas acidentais a partir de dados de arrojamentos é controversa e problemática (Tomás *et al.*, 2008). Apesar de as capturas acidentais serem reconhecidas como a principal ameaça às populações de cetáceos (Read *et al.*, 2006), estas representam apenas 22,8% (incluindo capturas comprovadas e indícios de captura) do total de arrojamentos. No entanto, é provável que este número esteja sub-estimado, pois os animais e causa de morte são identificados apenas com base em marcas exteriores (Kuiken, 1996).

Estas marcas são referenciadas através da documentação fornecida com os registos mas nem sempre identificáveis. No caso de animais que apresentam um elevado nível de decomposição, torna-se difícil ou mesmo impossível a detecção dessas marcas. Por outro lado, em anos mais recentes, grupos de investigação que actuam em determinadas áreas do país, procedem à necrópsia dos animais arrojados, o que permite em alguns casos a identificação de capturas através de outros indícios. As capturas acidentais estão bem documentadas para outros países do mundo (Lopez *et al.*, 2002; Read *et al.*, 2006; Leeney *et al.*, 2008; Tomás *et al.*, 2008) e constituem uma das maiores

ameaças às populações naturais de cetáceos. Os dados revelados neste estudo, apresentam limitações na detecção de indícios de capturas acidentais, dificultando a análise precisa e a identificação de áreas e espécies problemáticas. No que respeita aos resultados obtidos, e apesar de todas as limitações referidas, constata-se que não se observam espécies que se destacam percentualmente nas diferentes categorias (“captura comprovada”, “indícios de captura” e “sem indícios”). No entanto, em estudos realizados na costa continental portuguesa as redes de emalhar são apontadas como responsáveis pela maioria das capturas acidentais de cetáceos. As espécies referenciadas como as mais capturadas acidentalmente são o golfinho-comum e o boto (Sequeira & Ferreira, 1994; Wise *et al.*, 2008) o que está de acordo com os resultados apresentados neste estudo. Um conhecimento mais aprofundado sobre a temática das capturas acidentais poderá contribuir para uma melhor caracterização da extensão desta problemática de forma a compreender o real impacto das artes de pescas nas populações de cetáceos na costa portuguesa.

### **5.1.3. Caracterização espacial e temporal dos arrojamentos**

A distribuição espacial dos arrojamentos na costa portuguesa pode dever-se a vários factores. Segundo Silva & Sequeira (2003), a posição mais abrigada da costa Sul e Algarve relativamente aos ventos de Norte e Noroeste poderá explicar o menor número de arrojamentos nestas áreas. Outro dos factores a considerar e que pode influenciar o transporte e deposição das carcaças na costa são as características da plataforma continental. A área Norte e Centro-norte é caracterizada por uma plataforma continental mais larga e com declives menos acentuados, o que pode facilitar o transporte das carcaças para costa (Lopez *et al.*, 2002; Silva & Sequeira, 2003; Norman *et al.*, 2004; Marques, 2005). Estes factores podem contribuir para o maior número de arrojamentos nestas áreas. Nas áreas Norte e Centro-norte existe um maior número de praias com fácil acesso, o que segundo (Lopez *et al.*, 2002; Silva & Sequeira, 2003) poderá também aumentar a probabilidade de detecção das carcaças. A distribuição espacial dos arrojamentos poderá estar igualmente relacionada com a distribuição e movimentação das espécies de cetáceos, as quais, se deslocam de acordo com a abundância e movimentação das suas presas preferenciais (Wiley & Asmutis, 1995; Lopez *et al.*, 2002). Em áreas com grandes descontinuidades topográficas e em que o afloramento costeiro é mais intenso, gera-se uma elevada produtividade que resulta numa elevada riqueza faunística (Sequeira *et al.*, 1992). No entanto, é necessário prudência quando se



interpretam dados em escalas espaciais reduzidas, tendo em conta que a localização de um arrojamento depende de vários factores, que podem eventualmente interagir entre si, como já foi anteriormente referido.

No que diz respeito à escala temporal, o aumento dos arrojamentos ao longo dos anos poderá dever-se a um maior número de agentes intervenientes na detecção e registo destes acontecimentos. Este aspecto pode dever-se a um aumento do interesse do público em geral, das actividades costeiras e habitação junto à costa e de mudanças institucionais, gerando períodos com diferentes intensidades na recolha de registos, como acontece em Portugal e noutros países (Norman *et al.*, 2004; Evans *et al.*, 2005). Neste contexto, seria necessário desenvolver uma medida de esforço que pudesse representar este crescimento relacionado com o número de registos. No entanto, a dificuldade encontra-se na obtenção de uma variável que represente e quantifique correctamente o esforço. No processo de recolha de registos existem várias variáveis que devem ser consideradas, partindo logo da probabilidade de o arrojamento ser detectado, o que depende essencialmente da acessibilidade do local, do número de pessoas que habitam uma determinada área do país e das actividades humanas que ocorrem na costa. É de notar que geralmente é o público em geral que encontra estes animais e informa as autoridades que posteriormente, nalguns casos com uma equipa de biólogos se deslocam ao local e preenchem a ficha de registo. Assim sendo, seria necessário contabilizar o número de instituições ou entidades que ao longo dos anos estiverem envolvidas ou despertas para a recolha desta informação. Ainda assim, o desenvolvimento de uma medida de esforço considerando as instituições que participam na recolha de registos é problemática. Estas instituições foram-se alterando ao longo do tempo, umas deixaram de colaborar e outras juntaram-se à rede de arrojamentos e outras ainda colaboraram de forma mais intensiva. É de salientar o desenvolvimento de projectos como as inspecções costeiras, que tiveram início em determinados anos, como por exemplo em 1990 (Silva & Sequeira, 2003; Marques, 2005) e outros que decorrem de forma esporádica em determinadas alturas do ano e em determinadas áreas da costa, o que gera um esforço acrescido e concentrado temporal e espacialmente.

Nenhuma das instituições que contribuiu com registos de arrojamentos, efectua patrulhas regulares na costa, e por isso não existe um esforço temporal ou por área, a ser considerado. Há que ter também em consideração que este estudo engloba um período temporal de 30 anos e que a relação das pessoas com estes animais também evoluiu e se modificou. Se no início dos anos 80 algum animal que dava à costa poderia não ser reportado, hoje em dia tal seria pouco provável (Geraci & Lounsbury, 2005). De qualquer

forma todas estas limitações comprometem o desenvolvimento de uma medida de esforço. Considerando todos estes aspectos, o desenvolvimento de uma medida de esforço apenas qualitativo não iria acrescentar, neste momento, fiabilidade aos dados disponíveis. Será imprescindível, no entanto, considerar este aspecto de futuro e a possibilidade de uma eventual abordagem quantitativa e mensurável.

## **5.2. Análise de séries temporais**

### **5.2.1. Distribuição temporal dos arrojamentos por área**

A distribuição dos arrojamentos aumentou em todas as áreas ao longo do período temporal considerado. Este crescimento pode não significar um aumento na mortalidade das populações naturais mas um aumento na recolha de registos, e assim, as áreas com maior número de arrojamentos podem consequentemente reflectir as áreas mais eficazmente amostradas.

Por exemplo, na área Norte o aumento dos arrojamentos ao longo dos anos, reflecte um aumento dos agentes que registam estes eventos. Na última década (2000-2009) esse esforço foi mais acentuado devido ao crescimento do número de instituições e da afectação de recursos. Esta consideração estende-se à área Centro-Norte, que pelas mesmas razões sofreu um aumento no número de arrojamentos. A evolução temporal na área Centro apresenta variações menos acentuadas o que poderá estar relacionado com a actividade de investigadores e instituições que nos anos 70 e 80 se concentravam nesta área. De forma geral, em todas as áreas a partir de 1990 houve um crescimento do número de arrojamentos. Este facto pode dever-se a um reforço da participação de delegações da polícia marítima, que a partir desta data estenderam cobertura a toda a costa continental portuguesa (Silva & Sequeira, 2003; Marques, 2005).

### **5.2.2. Distribuição temporal, sazonal e por área da temperatura e dos arrojamentos**

A distribuição temporal da temperatura apresenta um padrão semelhante para todas as áreas do país. Estes valores estão de acordo com a variação latitudinal normal que se manifesta numa diminuição de temperatura de Sul para Norte (Souto, 2005). A tendência geral da temperatura aumenta ao longo da série temporal em estudo. Segundo, Lemos & Sansó, (2005) entre 1901-2000, observou-se um aumento da temperatura da superfície

da água na costa da península Ibérica de 1 °C, cinco vezes superior do que em áreas de oceano aberto.

A análise sazonal dos dados evidencia um aumento dos arrojamentos quando a temperatura é mais baixa em ambas as áreas (Centro e Norte). No Inverno, as condições meteorológicas são mais severas e influenciam o estado do mar. Estas condições podem resultar num aumento do número de arrojamentos, pois podem levar à morte de animais enfraquecidos ou transportar as carcaças para perto de costa (Lopez *et al.*, 2002, Silva & Sequeira, 2003 Norman *et al.*, 2004). O número inferior de registos no Verão pode dever-se aos ventos de norte que provocam um afastamento das águas superficiais, provocando uma ascensão das águas mais frias ricas em nutrientes (afloramento costeiro). Este afastamento das águas superficiais pode contribuir para o transporte das carcaças para o largo.

Na realidade, existem inúmeros factores que podem ser responsáveis pelos arrojamentos, que podem actuar por si ou em conjunto. A fiabilidade dos dados de arrojamentos em estudo poderá eventualmente ser reforçada considerando que a probabilidade de serem detectados e reportados é maior durante o verão, quando as actividades humanas junto a costa são mais intensas.

De acordo com os dados em analisados, pode ainda apresentar-se uma outra explicação considerando que a variação máxima e mínima dos arrojamentos evolui de acordo com a variação da temperatura. Coloca-se a hipótese de que um aumento dos arrojamentos quando as temperaturas são mais baixas numa determinada estação poderá dever-se a uma resposta da temperatura na estação anterior. As respostas desfasadas das populações a eventos climáticos de grande escala são mais prováveis de acontecer em ecossistemas marinhos onde variações na temperatura da água conduzem a alterações na dinâmica biológica das populações (Stenseth *et al.*, 2005). Nos ecossistemas marinhos as respostas desfasadas podem atravessar vários níveis tróficos; por exemplo, se a dinâmica populacional de uma espécie num determinado nível trófico for directamente influenciada por variações ambientais, então a espécie trófica adjacente pode mostrar um desfasamento como resposta a essas variações (Stenseth *et al.*, 2005). Neste sentido, na comparação da tendência dos arrojamentos e da temperatura considera-se a possibilidade da existência de um desfasamento em que as variações dos arrojamentos podem reflectir as variações de temperatura ocorridas anteriormente.

Estudos de cetáceos no mundo suportam a hipótese geral de que tendências nos arrojamentos podem resultar de variações climáticas e em particular de efeitos climáticos,

na disponibilidade de alimento devido a alterações na produtividade primária (Evans *et al.*, 2005). Segundo Pierce *et al.*, (2005), o mecanismo que relaciona os arrojamentos de cachalotes no Mar do Norte às variações climáticas poder ser especulativo. No entanto, é possível que alterações relacionadas com o clima na distribuição e abundância de presas originem uma alteração nos padrões de movimentos desta espécie (Pierce *et al.* 2007). Segundo Macleod *et al.*, (2005) as alterações nas comunidades locais de cetáceos no noroeste da Escócia são conduzidas por aumentos locais da temperatura da superfície da água. Este efeito mais imediato, ainda que indirecto, reflecte-se na diminuição da disponibilidade de presas em condições fora do comum, podendo resultar num esforço acrescido levando à morte do animal se a procura não for bem sucedida.

A identificação de tendências em populações animais e a sua possível relação com variações climáticas depende da existência de dados a longo termo (Pierce *et al.*, 2007). Os resultados discutidos neste estudo demonstram a possibilidade da existência de factores ambientais que podem estar envolvidos nos padrões de arrojamentos de cetáceos em Portugal continental.

## 6. Considerações finais

Esta dissertação permitiu uma visão global do estudo dos arrojamentos, num contexto histórico e actual e procurou contribuir, para o conhecimento dos processos físicos e biológicos que podem afectar as populações de cetáceos na costa portuguesa.

No futuro, a investigação das possíveis relações entre os arrojamentos e factores ambientais deve ter em conta um período temporal mais curto, pois pode permitir uma maior confiança nos resultados. A elaboração de uma medida de esforço deve ser analisada no sentido de caracterizar espacial e temporalmente, os estudos direccionados para esta temática, assim como as pessoas, os investigadores e as instituições envolvidas na recolha dos dados de arrojamentos. Com uma melhor caracterização do esforço de amostragem, apenas possível num período temporal mais curto, se pode aumentar a confiança e poder estatístico dos resultados.

A potencialidade de séries temporais longas, nas quais os registos são recolhidos de forma sistemática, como é o caso dos dados de arrojamentos, aliada a factores climáticos e ecológicos, com um possível impacto nas comunidades a longo prazo sublinham a importância destes estudos. O desenvolvimento de estudos que relacionam factores ambientais com arrojamentos são relativamente recentes (Evans *et al.*, 2005; Macleod *et al.*, 2005; Pierce *et al.*, 2007; Vanselow *et al.*, 2009). Em geral, as hipóteses biológicas que podem explicar determinados padrões são difíceis de avaliar dada a escala temporal e geográfica a que ocorrem.

Muitas hipóteses têm sido levantadas no que respeita a possíveis causas dos arrojamentos, no entanto, é necessário proporcionar conjecturas construtivas em alternativa a teorias especulativas. Bradshaw *et al.*, (2006) defende que alterações de larga escala que afectam a distribuição das presas de cetáceos como resposta a variações oceanográficas devem ser uma área prioritária de investigação.

O presente trabalho, tendo por base dados numa escala temporal vasta e usando uma análise exploratória, sugere a possibilidade de abordagens progressivamente mais complexas e reveladoras das potencialidades destes estudos, propiciando análises cada vez mais robustas. Apenas com uma visão mais global dos processos físicos e biológicos que ocorrem no oceano é possível estabelecer pontes com a mortalidade das populações, mesmo tendo a conta as limitações dos dados de arrojamentos. Com este objectivo, torna-se evidente a necessidade de informação complementar sobre os arrojamentos, em aspectos tão diversos como a distribuição das populações naturais, padrões alimentares e comportamentais, características genéticas, efeitos da toxicologia

e outros factores antropogénicos. Esta interdisciplinaridade tornará possível retirar elações sobre os processos de larga escala que possam estar a afectar as populações. Dado o desconhecimento sobre estes aspectos complementares em Portugal continental, seria importante investir no desenvolvimento da investigação e conservação em cetáceos nas diversas áreas do conhecimento.

## 7. Referências Bibliográficas

Aguilar, A. & Raga, J. A. 1993. The striped dolphin epizootic in the Mediterranean Sea. *Ambio*, **22**: 524-528.

Barlow, J. & Cameron, G. A. 2003. Field experiments show that acoustic pingers reduce marine mammal bycatch in the california drift gill net fishery. *Marine Mammal Science*, **19**: 265–283.

Brabyn, M.W. & Mclean, I.G. 1992. Oceanography and coastal topography of heard-stranding sites for whales in New Zealand. *Journal of Mammology*, **73**: 469-476.

Bradshaw C.J.A., Evans, K. & Hindell, M.A. 2006. Mass Cetacean Strandings – a Plea for Empiricism. *Conservation Biology*, **20**:584-586.

Brito, C. M. R. S. 2009. Os mamíferos marinhos nas viagens marítimas pelo Atlântico entre os séculos XV e XVIII: A evolução da ciência e do conhecimento. Tese de doutoramento. Faculdade de Ciências Sociais e Humanas. Universidade Nova de Lisboa.

Brito, C., Vieira, N., Sá, E. & Carvalho, I. 2009. Cetaceans occurrence off the west central Portugal coast: a compilation of data from whaling, observations of opportunity and boat-based surveys. *Journal of Marine Animals and Their Ecology* **2**, 4pp.

Chambers, S. L. & James, R. N. 2005. Sonar termination as a cause of mass cetacean strandings in Geographe Bay, south-western Australia. *Proceedings of acoustics*. 9-11 November, Busselton, Western Australia.

Cleaveland, R.B., Cleaveland, W. S., McRae, J. E. & Terpenning, I. 1990. STL: A seasonal-trend decomposition procedure based on Loess. *Journal of Official Statistics*. **6**: 3-73.

Cockcroft, V.G., Cliff, G. & Ross, G.J.B. 1989. Shark predation on Indian Ocean bottlenose dolphins *Tursiops truncatus* off Natal, South Africa. South African Journal of Zoology, **4**: 305-310.

Department of the Navy. 2008. Environmental training range complex/ Overseas environmental impact statement: Cetacean Strandings Report. Northwest Training Range Complex Draft EIS/OEIS.

Deser, C., Alexander, A., M. & Timlin, S., M. 2003. Understanding the persistence of sea surface temperature anomalies in Midlatitudes. American Meteorological Society. **16**: 57-72.

Dove, N. 2010. Analysis of small cetacean strandings and their relationship with fishery activity in Galicia between 1990 and 2008. Master thesis. School of Biological Sciences. University of Aberdeen.

Evans, K., Thresher, R., Warneke, R.M., Bradshaw, C.J.A., Pook, M., Thiele, D. & Hindell, M.A. 2005. Periodic variability in cetacean strandings: links to large-scale climate events. Biology Letters, **1**: 147-150 doi: 10.1098/rsbl.2005.0313

Faustino, C.E.S. 2000. Distribuição de cetáceos na costa continental portuguesa. Relatório de Estágio da Licenciatura em Biologia Marinha e Pescas. Universidade do Algarve, 69pp.

Fernández, A.L. 2003. Estatus dos pequenos cetaceos da plataforma de Galicia. Tese de Doutoramento. Universidade de Santiago, 373pp.

Fiúza, A.F.G. 1982. The Portuguese coastal-upwelling system. In: Actual Problems of Oceanography in Portugal, Seminar held in Lisbon, 20-21 November 1980. Junta Nacional de Investigação Científica e Tecnológica, Lisboa : 45-71.



Fiúza, A.F.G. 1983. Upwelling patterns off Portugal. In: E. Suess & J. Thiede (eds.) Coastal Upwelling. Plenum Publishing Corporation, New York: 85-98.

Frantzis, A., Nikolaou, O., Bompar, J., M. & Cammedda, A. 2004. Humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) occurrence in the Mediterranean Sea. Journal of Cetacean Research and Management. **6**: 25-28.

Geraci, J.R. & Lounsbury, V.J. 2009. Health. In: W.F. Perrin, B. Würsig, and J.G.M. Thewissen (2<sup>nd</sup> eds.). Encyclopedia of Marine Mammals. Academic Press, San Diego, California: 562-570.

Geraci, J.R. & Lounsbury, V.J. 2005. Marine Mammals Ashore, A Field Guide for Strandings, Second Edition. A Texas A&M Sea Grant Publication, Galveston, U.S.A., 305pp.

Geraci, J.R., Harwood, J., and Lounsbury, V.J. 1999. Marine mammal die-offs: Causes, investigations, and issues. In “ Conservation and Management of Marine Mammals” ( J. R. Twiss, Jr., and R. R. Reeves, eds) pp. 367–395. Smithsonian Institution Press, Washington, DC.

Hart, K.M., Mooreside, P. & Crowder, L.B. 2006. Interpreting the spatio-temporal patterns of sea turtle strandings: Going with the flow. Biological Conservation, **29**: 283-290.

Heithaus, M.R. 2001. Shark attacks on bottlenose dolphins (*tursiops aduncus*) in shark bay, western australia: attack rate, bite scar frequencies, and attack seasonality. Marine Mammal Science. **17**: 526-539.

Inácio, A. M. 1983. Sobre o aparecimento de três mamíferos marinhos na costa Portuguesa - *Halichoerus grypus* (Fabricius 1791), *Balaenoptera acustorostrata* Lacépède, 1804 e *Physeter macrocephalus* (Linné 1758). Relatórios de Actividades do Aquário Vasco da Gama, N° 13, 10pp.

Inácio, A.M. 1987. Cetáceos e Pinípedes observados nas costas portuguesas no período de 1979-1986, registados no Aquário Vasco da Gama. Relatórios de Actividades do Aquário Vasco da Gama, nº16, 25pp.

Klinowska, M. 1985. Cetacean stranding sites relate to geomagnetic topography. *Aquatic Mammals*, **1**: 27-32.

Kuiken, T. 1996. Review of the criteria for the diagnosis of by-catch in cetaceans. In: T. Kuiken (ed.) *Diagnosis of by-catch in Cetaceans - Proceedings of the 2nd European Cetacean Society Workshop on Cetacean Pathology*. European Cetacean Society Newsletter, nº 26, special issue: 38-43.

Laist, D.W., Knowlton, A.R., Mead, J.G., Collet, A.S. & Podesta, M. 2001. Collisions between ships and whales. *Marine Mammal Science*, **17**: 35-75.

Learmonth, J. A., Macleod, C. D., Santos, M. B., Pierce, G. J., Crick, H. Q. P. & Robinson, R. A. 2006. Potential effects of climate change on marine mammals. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*. **44**: 431-464.

Leeney, R.H., Amies, R., Broderick, A.C., Witt, M.J., Loveridge, J., Doyle, J. & Godley, B.J. 2008. Spatio-temporal analysis of cetacean strandings and bycatch in a UK fisheries hotspot. *Biodiversity and Conservation*, **17**: 2323-2338, DOI: 10.1007/s10531-008-9377-5.

Lemos, R.,T. & Sansó, B. 2005. Spatio-temporal variability of ocean temperature in the Portugal Current System. *The American Geophysical Union*. 0148-0227.

López, A., Santos, M.B., Pierce, G.J., González, A.F., Valeiras, X., & Guerra, A. 2002. Trends in strandings and by-catch of marine mammals in northwest Spain during the 1990s. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, **82**: 3916/1-9.

MacLeod, C.D., Bannon, S.M., Pierce, G.J., Schweder, C., Learmonth, J.A., Herman, J.S. & Reid, R.J. 2005. Climate change and the cetacean community of north-west Scotland. *Biological Conservation*, 124: 477-483.

MacLeod, R., MacLeod, C.D., Learmonth, J.A., Jepson, P.D., Reid, R.J., Deaville, R., & Pierce, G.J. 2007. Mass-dependent predation risk and lethal dolphin–porpoise interactions. *Proceedings of Biological Sciences*. 274: 2587-2593.

Marques, H.I.S. 2005. Arrojamentos de cetáceos na costa continental portuguesa. Trabalho de Fim de Curso. Universidade de Évora.

Moorside, P. D. 2000. Integration of physical oceanography with spatio-temporal patterns of stranded sea turtles in North Carolina. Master of Environmental Management. Nicholas School of the Environment of Duke University.

Neves, D.R.C.B., Pinho, J.L.S. & Vieira, J.M.P. 2008. Análise de dados de satélite adequados à caracterização da produção primária na superfície oceânica da Zee Portuguesa. *Engenharia Civil. Universidade do Minho*. **33**: 125-138.

Norman, S.A., Bowlby, C.E., Brancato, M.S., Calambokidis, J., Duffield, D., Gearin, P.J., Gornall, T.A., Gosh, M.E., Hanson, B., Hodder, J., Jeffries, S.J., Lagerquist, B., Lambourn, D.M., Mate, B., Norberg, B., Osborne, R.W., Rash, J.A., Riemer, S. & Scordino, J. 2004. Cetacean strandings in Oregon and Washington between 1930 and 2002. *Journal of Cetacean Research and Management*, 6: 97-99.

Northridge, S. 2009. Bycatch. In: W.F. Perrin, B. Würsig, and J.G.M. Thewissen (2<sup>nd</sup> eds.). *Encyclopedia of Marine Mammals*. Academic Press, San Diego, California: 562-570.

Northridge, S.P. 1991. An updated world review of interactions between marine mammals and fisheries. *FAO Fisheries Technical Paper*, nº. 251, 58p.

Perrin, W.F. & Geraci, J.R. 2009. Strandings. In: W.F. Perrin, B. Würsig, and J.G.M. Thewissen (2<sup>nd</sup> eds.). Encyclopedia of Marine Mammals. Academic Press, San Diego, California: 562-570.

Pierce, G.J., Santos, M.B., Smeek, C., Saveliev, A. & Zuur, A.F. 2007. Historical trends in the incidence of strandings of sperm whales (*Physeter macrocephalus*) on the North Sea Coasts: An association with positive temperature anomalies. Fisheries Research, 87: 219-228.

Read, A.J., Drinker, P. & Northridge, S. 2006. Bycatch of Marine Mammals in U.S. and Global Fisheries. Conservation Biology, 20: 163-169.

Sequeira, M. & Ferreira, C. 1994. Coastal fisheries and cetacean mortality in Portugal. In: W.F. Perrin, G.P. Donovan & J. Barlow (eds). Gillnets and Cetaceans – Report of the International Whaling Commission, Special Issue 15: 165-181.

Sequeira, M., Inácio, A., Silva, M.A. & Reiner, F. 1996. Arrojamentos de mamíferos marinhos na costa continental Portuguesa entre 1989 e 1994. Estudos de Biologia e Conservação da Natureza 19, Instituto da Conservação da Natureza, Lisboa, 52pp.

Sequeira, M.L. 1988. Mamíferos marinhos da costa portuguesa. Relatório de Estágio da Licenciatura em Recursos Faunísticos e Ambiente. Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 187pp.

Sequeira, M.L., Inácio, A. & Reiner, F. 1992. Arrojamentos de mamíferos marinhos na costa continental Portuguesa entre 1978 e 1988. Estudos de Biologia e Conservação da Natureza 7, Serviço Nacional de Parques, Reservas e Conservação da Natureza, Lisboa, 48pp.

Simmonds, M. P. & Elliott, W. J. 2009. Climate change and cetaceans: concerns and recent developments. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. **89**: 203 – 210.

Stenseth, N., Ottersen, G., Hurrell, J.W., Belgrano, A. 2005. *Marine Ecosystems and Climate Variation. The North Atlantic: A comparative perspective*. Oxford University Press, New York. 252 pp.

Tomás, J., Gozalbes, O., Raga, J. A. & Godley, B. J. 2008. Bycatch of loggerhead sea turtles: insights from 14 years of stranding data. *Endangered Species research*. **5**: 161-169.

Vieira, N. 2010. Cetacean's occurrence and behavioral patterns off the west portuguese coast. *Dissertação de mestrado em Ecologia Marinha*. Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.

Wiley, D. N. & Asmutis, R. A. 1995. Stranding and mortality of humpback whales, *Megaptera novaeangliae*, in the mid-Atlantic and southeast United States, 1985-1992. *Fishery Bulletin* **93**: 196-205.

Willis, P. M. & Braid, R.W. 1998. Sightings and strandings of beaked whales on the west coast of Canada. *Aquatic Mammals*. **24**: 21-25.

Shirihai, H. & Jarret, B. 2006. *Whales, Dolphins and Seals: A field guide to the Marine Mammals of the world*. A&C Black Publishers LTD. 384pp.

Silber, K., G. Slutsky, J. & Bettridge, S. 2010. Hydrodynamics of a ship/whale collision. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 391:10-19.

Silva, M. & Sequeira, M. 2003. Patterns in the mortality of common dolphins (*Delphinus delphis*) on the Portuguese coast, using stranding records, 1975-1998. *Aquatic Mammals*, **29**: 88-98.

Silva, M.A. 1999. Diet of common dolphins, *Delphinus delphis*, off the Portuguese continental coast. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 79: 531-540.

Silva, M.A. 1999. Diet of common dolphins, *Delphinus delphis*, off the Portuguese continental coast. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom. 79: 531-540.

Silva, R.C.A.B.P. 1997. Determinação de idade do golfinho comum, *Delphinus delphis* Linnaeus, 1758 da costa continental portuguesa, através da contagem de linhas incrementais na dentina. Relatório de Estágio do Curso de Licenciatura em Biologia Marinha e Pescas. Universidade do Algarve, 31pp.

Souto, H. 2005. Atlas de Portugal: O Mar que nos envolve. Instituto Geográfico Português. 274pp.

Teixeira, A. M. & Duguy, R. 1981. Observations de Delphinidés dans les eaux cotières Portugaises. Relatórios de Actividades do Aquário Vasco da Gama, N°9, 9pp.

Teixeira, A.M. 1980. Marine mammals of the Portuguese coast. Sonderdruck aus Z.f. Säugetierkunde, 44: 221- 238.

Van Bresse MF, Gaspar R, Aznar FJ. 2003. Epidemiology of tattoo skin disease in bottlenose dolphins *Tursiops truncatus* from the Sado estuary, Portugal. Diseases of Aquatic Organisms, **56**:171-179.

Vanselow, K.H. & Ricklefs, K. 2005. Are solar activity and sperm whale (*Physeter macrocephalus*) strandings around the North Sea related? Journal of Sea Research, **53**: 319-327.

Vanselow, K.,H. Ricklefs, K. & Colijn, F. 2009. Solar driven geomagnetic anomalies and sperm whale (*Physeter macrocephalus*) strandings around the North Sea: An analysis of long term datasets. The Open Marine Biology Journal, **3**: 89-94.

Wise, L., Silva, A., Ferreira, M., Silva, M.S. & Sequeira, M. 2007. Interactions between small cetaceans and the purse-seine fishery in western Portuguese waters. Scientia Marina, **71**: 405-412.

Zuur, A. F., Ieno, E. N. & Smith, G.M. 2007. Analysing ecological data (Statistics for biology and Health). Springer, XXVI. 672pp

## 8. Anexo

### BIOMETRIA DE CETÁCEOS

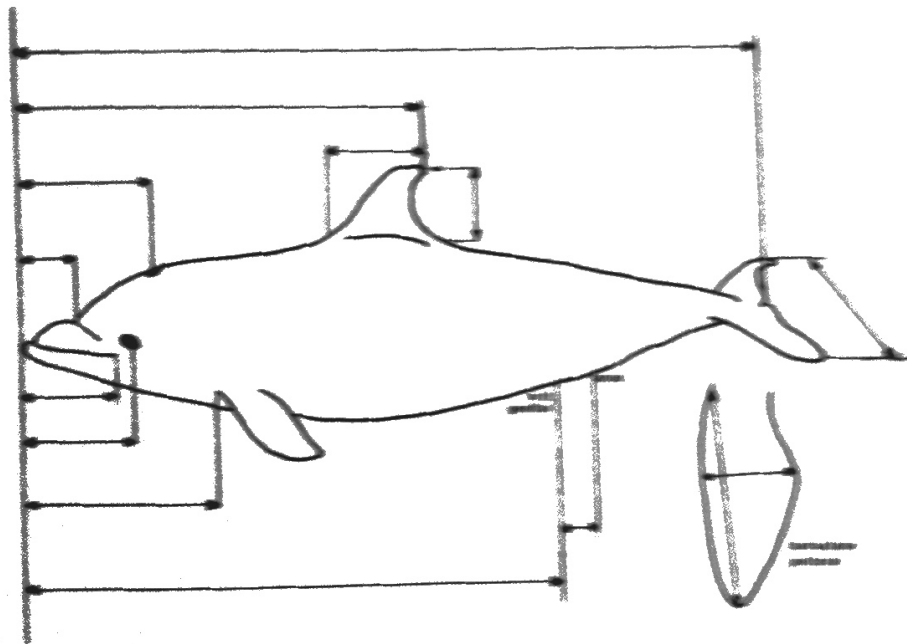
ESPÉCIE \_\_\_\_\_ Nº de registro \_\_\_\_\_

Data \_\_\_\_\_ Localidade \_\_\_\_\_

Estado do corpo \_\_\_\_\_ 1 - vivo; 2 - morto fresco; 3 - decomposição moderada; 4 - muito decomposto; 5 - totalmente morto (carcassa)

Peso \_\_\_\_\_ Kg Sexo \_\_\_\_\_

#### BIOMETRIA (cm):



TODAS AS MEDIDAS DEVEM SER TIRADAS ENTRE PERPENDICULARES

Batas [ ] [ ] [ ] Nº aproximado de batidas / hora-marla \_\_\_\_\_

sim não Nº de subitoss verticais (contando entre as batatas / palmas) \_\_\_\_\_

Nº dentes \_\_\_\_\_ max sup esq \_\_\_\_\_ max sup dir \_\_\_\_\_

max inf esq \_\_\_\_\_ max inf dir \_\_\_\_\_



